
LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A discernment means to identify the class of service of an input packet, and the queuing means which carries out a queuing to the queue according to a class-of-service discernment result, In the QoS control unit equipped with the scheduler which calculates packet dequeue spacing and sequence based on the die length of the packet by which the

queuing was carried out, and the parameter of the arrival time, and performs dequeue control of a packet Said queuing means is equipped with the distributed queuing means which distributes and carries out the queuing of the packet of a specific class of service to two or more queues. Said scheduler The QoS control unit characterized by having the operation control means which maintains the queuing sequence when carrying out a queuing to said two or more queues dispersedly, and carries out the dequeue of the packet.

[Claim 2] The operation control means prepared in said scheduler in claim 1 is a QoS control unit which makes the same the reservation band set up to two or more dispersed queues, and is characterized by considering that the packet size of all the target packets is immobilization, and determining the sequence of a dequeue.

[Claim 3] The operation control means prepared in said scheduler in claim 1 is a QoS control unit characterized by having the selection section which the queuing time of day to each queue is inputted as information for determining the queuing sequence over two or more dispersed queues, and chooses the minimum value from the inside.

[Claim 4] It is the QoS control unit which said distributed queuing means adds a sequential number in order of arrival to a packet in claim 1 when distributing and carrying out the queuing of the specific flow to two or more queues, and is characterized by for said scheduler detecting the size relation of the sequential number added to the packet of two or more of said each dispersed queues, and determining dequeue sequence.

[Claim 5] A discernment means to identify the class of service of an input packet, and the queuing means which carries out a queuing to the queue according to a class-of-service discernment result, In the QoS control unit equipped with the scheduler which calculates packet dequeue spacing and sequence based on the die length of the packet by which the queuing was carried out, and the parameter of the arrival time, and performs dequeue control of a packet It distinguishes whether the class of service identified by said discernment means gives priority to band control, or priority is given to reservation of a throughput. Said queuing means As opposed to the class of service which assigns the queue according to individual to the class of service which gives priority to band control, carries out the queuing of the packet, and gives priority to reservation of a throughput It is the QoS control unit which distributes and carries out the queuing of the packet to two or more queues, and is characterized by for said scheduler maintaining queuing sequence and carrying out the dequeue of the packet which carried out the queuing to said each queue.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the resource quota method for guaranteeing QoS (Quality of Service: a quality of service or communication link quality) in packet transfer equipment.

[0002] Against the background of LAN and the Internet which spread quickly, expanding the market size of the router equipment (called L3 switch) which accomplishes the nucleus of IP network is expected. Furthermore, various applications not only including data communication but streaming service of voice, video (dynamic image), etc. are unified on IP network, and are expected that service is offered.

[0003] FTP (File Transfer Protocol) etc. -- data transfer and call service (VoIP:Voice Over IP) In order to offer the various services from which the traffic properties (a permissible waste ratio, delay, etc.) demanded differ like without stress in IP network, in a router machine etc., the priority control according to a traffic flow and the QoS control which performs band control are required so that each quality may not be degraded.

[0004]

[Description of the Prior Art] Drawing 8 is drawing showing the principle of QoS control, and is explained according to of operation order ** - **.

** Flow discernment is performed and, as for inputted IP packet 80, the flow number and quality for every application are identified with reference to the IP address, the MAC Address (address of Ethernet (trademark)), and the TOS field (it is the information showing the quality of IP service included in the TypeOf Service:IP header, and consists of a priority, information about delay, information about a throughput, information about dependability, etc.) in a packet. ** An IP packet can be distributed to one queue 81 corresponding to the identified flow number (a queuing is carried out). ** The priority and the band are set to each queue 81, respectively, and carry out scheduling of the sequence which carries out the dequeue of the head packet of each queue based on length, queuing time of day, etc. of a head packet of a queue 81 according to it, and the timing. ** Read the head packet of the queue determined by this scheduling (a dequeue is carried out). By such processing, the QoS control for every flow distributed to the queue is attained.

[0005] Drawing 9 shows the whole QoS control unit configuration. The time stamp section in which 90 add a time stamp (arrival time) to a packet (an IP packet is included) and the packet into which 91 is inputted among drawing, and 92 are translation tables

equipped with the function which performs flow discernment based on the header information of the destination of an input packet etc., and is distributed to a suitable queue, and, generally are CAM (Content Address Memory). It is constituted, and a queue number will be generated if header information is inputted. 93 links the packet information for every queue logically, it is the queue Management Department which determines and manages the memory storing pointer of packet data, and the empty location (queuing pointer) of a majority of each queues and the head location (dequeue pointer) of the packet stored in each queue are managed. The memory control section which 94 receives a queuing (an ENQ and homonymy) / pointer (address) of a packet which carries out a dequeue at the queue Management Department 93, and performs read/write control of the frame memory 95 mentioned later, and 95 are physical memories which constitute a queue, and the frame memory which stores the body of the packet data which carry out a queuing, and 96 input the schedule parameter of the head packet of a queue, and are the sequence which should be carried out a dequeue, and a scheduler which calculates timing. The flow of processing by this configuration is the following (1).

- (8) It is a passage.

[0006] (1) Add the arrival time in the time stamp section 91 to an input packet.

[0007] (2) Input the header information and the schedule parameters of an input packet (a packet size, arrival time, etc.) into a translation table 92, perform QoS discernment, and obtain a suitable queue number.

[0008] (3) Link packet information to an assignment queue at the queue Management Department 93, output the storing pointer to the frame memory 95 of a queuing packet body, and perform write-in directions.

[0009] (4) Write packet data in the specified queuing pointer by processing of the memory control section 94.

[0010] (5) At the queue Management Department 93, when the packet which carried out the queuing is the head of a queue, output the schedule parameters (a packet size, arrival time, etc.) of the packet to a scheduler 96.

[0011] (6) In a scheduler 96, based on the schedule parameter information on the head packet of each queue, perform scheduling processing, determine the sequence and timing which should be carried out a dequeue, and output a queue number.

[0012] (7) At the queue Management Department 93, receive the queue number which carries out a dequeue, output the pointer with which the head packet of the queue exists, and perform the read-out directions from memory. Moreover, link structure of queue management is operated, when a packet exists following the packet which carried out the dequeue in the queue, it considers that the packet is a head and the schedule parameter of

the packet is sent out to a scheduler 96.

[0013] (8) Read packet data from the dequeue pointer which had packet data specified by processing of the memory control section 94.

[0014] The example of a configuration of the translation table 92 in the QoS control device shown in above-mentioned drawing 9 is shown in drawing 10. In the example of drawing 10, the destination IP address of an input packet is seen and QoS flow discernment processing for distributing to six queues is performed. For example, as for a queue number, in between 00FFs, an IP address is set to **2 from 0010.

[0015] The function of the scheduler 96 shown in above-mentioned drawing 9 is explained.

[0016] Although there are two or more approaches in the algorithm of a scheduler, an example of an algorithm which performs band control here is shown. Band control is control of the timing which carries out the dequeue of the packet in a queue, as the reservation band beforehand set up for every queue is protected. If the packet size of the packet ϕ_i and for a schedule (packet of a queue head) is set to L for the reservation band (rate) for every queue, the time amount taken to send out the packet of die-length L at the rate of ϕ_i will be found by L/ϕ_i . When the approach of band control computes the completion schedule time of day of transmitting of each packet (this is set to F), performs serially the comparison with an internal free run timer (timer which displays current absolute time) and becomes schedule time of day, it is an approach of permitting sending out. That is, by not performing a dequeue till schedule time of day, a packet interval is controlled and band control is performed. It is F_i about the completion schedule time of day of transmitting of the packet of No. i . It is F_i if it carries out. The following formula (1) It asks.

[0017]

$F_i = \max \{F_{i-1}, M_i\} + L_i/\phi_{ii}$ (1), however M_i The time of day and F_{i-1} to which the queuing of the packet of No. i was carried out The completion schedule time of day of transmitting of the packet in front of one and L_i/ϕ_{ii} express the time amount taken to send out the packet (packet size L_i , rate ϕ_{ii}) of No. i .

[0018] Drawing 11 shows the concept of band control and shows two cases for protecting a reservation band.

[0019] A. of drawing 11 is $M_i < F_{i-1}$. By the case, it is completion schedule time-of-day F_{i-1} of transmitting 1 of a front packet (packet of No. $i-1$). It is the case where the queuing of the present packet (packet of No. i) is carried out to the last time of day M_i . In this case, time amount L_i/ϕ_{ii} (it is the same a display and the following by a diagram at L/ϕ_i) which transmission of the present packet takes to completion schedule time-of-day F_i of

transmitting 1 of a front packet is added, and it is the completion schedule time of day F_i of transmitting of the present packet. It computes. B. of drawing 11 is $M_i \geq F_i - 1$. By the case, it is completion schedule time-of-day F_i of transmitting 1 of a front packet. It is the case where the queuing of the present packet is carried out to the next time of day M_i . In this case, as shown in drawing, L/ϕ is added to time of day M_i , and it is the completion schedule time of day F_i of transmitting of the present packet. It computes.

[0020] Thus, the operation of A. of drawing 11 or B. is performed at the queue for a scheduler, it a timer and always compares with it, and dequeue processing is performed to the queue which became schedule time of day. In addition, from two or more queues, when an output is possible for a packet to coincidence, it sets to a scheduler, and it is F_i . Priority-control mediation is performed so that a dequeue may be carried out from the smallest queue, and a mediation result is outputted.

[0021] The example of a configuration of the conventional scheduler equipped with such a function is shown in drawing 12. the inside of drawing, and 960 -- the above-mentioned formula (1) The computing element which calculates is expressed, a computing element is formed for every queue and six $1-6$ are prepared in this example corresponding to six queues. The interior of each computing element is the same, and consists of each circuit expressed with 961-965. 961 is a packet size (it expresses with $L(a)$). The multiplication of the inverse number ($1/\phi(a)$) of a rate (it expresses with $\phi(a)$) is carried out. The multiplier (it expresses with MUL) which outputs the time amount which transmission of a packet takes, the highest selection section which 962 compares the queuing time of day (it expresses with $M(a)$) of the present packet with the completion schedule time of day of transmitting of a front packet (F_{i-1}), and chooses the time of day of the larger one (it expresses with MAX), The attaching part holding the time of day whose 963 is an adder and whose 964 is the output of an adder 963 (it expresses with FF), The comparator (it displays by CMP) which detects whether the time of day of 965 of an attaching part 964 corresponds with the time of day of the free run timer 966, and 966 are free run timers which count by the master clock and output counted value (timer value) to each computing element 960. Moreover, 967 is output $F(n)$ showing the effective time of day inputted from each computing element 960. The minimum value is chosen from values, It is the lowest selection section which outputs dequeue directions.

[0022] If actuation by the example of a configuration of the conventional scheduler shown in drawing 12 is explained If the schedule parameter (packet size $L(a)$ and queuing time-of-day $M(a)$) of a packet is newly inputted from the queue Management Department (93 of drawing 9) Packet size $L(a)$ With a multiplier 961 from the inverse number ($1/\phi(a)$) of a rate The time amount ($L(a)/\phi(a)$) which the transmission for

which it asked takes is computed, and it is $M(a)$ (queuing time of day) at the highest selection section 962. F_i-1 (the completion schedule time of day of transmitting of a front packet) is compared, and the larger one is chosen. In A. of above-mentioned Fig. 1111, at this time, it is F_i-1 . It is $M(a)$, when it is chosen and is B. It is chosen. an adder 963 -- $L(a)$ from a multiplier 961 $/\phi(a)$ $M(a)$ from the highest selection section 962 Or F_i-1 it adds -- having -- the above-mentioned formula (1) F_i while asking, being held at an attaching part 964 and outputted to a comparator 965 -- the highest selection section 962 -- completion schedule time-of-day F_i -of transmitting 1 of a front packet ***** -- it is supplied. At a comparator 965, it is F_i . A value is compared with a timer value, and if sending-out time of day comes, the flag (effective flag) which permits sending out will be outputted to the lowest selection section 967. The completion schedule time of day F_i of transmitting out of the computing element 960 with which the effective flag is asserted in the lowest selection section 967 The smallest computing element is chosen and the number (queue number) of the computing element is outputted. The computing element outputted in the queue number negates an effective flag.

[0023] Although the above is the configuration and its contents of processing of the scheduler which realizes band control, in order to perform this data processing, the processing latency (delay) of a number clock is usually required.

[0024] Since a packet is stored in a queue (queuing) or it outputs when performing the above-mentioned band control (dequeue), control by the queue Management Department (93 of drawing 9) is performed. Queue management manages the packet link structure in each queue with the packet storing address (pointer) to a frame memory (95 of drawing 9).

[0025] To drawing 13, the configuration of the queue Management Department 930 among an example and drawing The queue number of a packet When a schedule parameter is inputted, and the packet The control stored in a queue The ENQ to perform () A queuing control section, the queue Top/End pointer memory in which 931 stores the storing location (pointer) of the head (Top) of each queue and the last (End) packet, and 932 or the schedule parameter of the pointer link structure in a queue, and a packet The pointer link memory to store, the dequeue control section which performs control whose 933 takes out a packet from each queue, and 934 are null pointer memory which stores the empty pointer (pointer which can store a packet next) of each queue.

[0026] Drawing 14 contains each pointer memory 931,932 of the queue Management Department which shows the link structure of packet information and is shown in above-mentioned drawing 13.

[0027] A. of drawing 14 shows the example of a packet queuing of queue number $**n$,

uses Pointer a as a head pointer, and the queuing of the packet of pointer b-g is carried out to sequence. B. of drawing 14 - D. express the packet link structure of queue number **n of A. of drawing 14, B. corresponds to the queue Top/End pointer memory 930 of above-mentioned drawing 13, it corresponds to the queuing of queue number **n of A. of drawing 14, Pointer a is stored in Top pointer memory, and Pointer g is stored in End pointer memory. C. of drawing 14 is pointer memory, D. is parameter memory, and it corresponds to the pointer link memory 932 of above-mentioned drawing 13 in great numbers. The pointer b with which the following packet was stored in the pointer a shown by the Top pointer memory of the above [a pointer link memory] is set up, the pointer c with which the following packet was stored further is set to the location which the pointer b shows, and degree pointer is set up in order even to the last pointer g shown by the End pointer memory of above-mentioned A. Moreover, each parameters (a packet size, arrival time, etc.) of a packet link to the parameter memory of D. of drawing 14 with the pointer of a packet like the pointer memory of B., and are set to it in order. In addition, in drawing 14, the illustration abbreviation of the null pointer memory 934 of drawing 13 is carried out.

[0028] When performing queuing processing in the configuration of drawing 13, the End pointer of a queue number to carry out a queuing from the queue Top/End pointer memory 931 is taken out, the link pointer of the pointer link memory 932 which the pointer shows is taken out, a parameter is stored in the address which the pointer shows further, and processing which updates the End pointer in the queue Top/End pointer memory 931 is performed. At the time of a dequeue, a Top pointer is taken out from the queue Top/End pointer memory 931, and processing which updates link structure is performed. Although the detailed processing at the time of a queuing dequeue is omitted, in order to perform queue management processing, it is the point that several memory access is needed. That is, the processing latency of a number clock is needed for queue management processing.

[0029]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As described above, in both scheduler processing and queue management processing, the processing latency of a number clock is needed. Here, the packet which is piling up in a certain single queue explains the processing in the case of carrying out a dequeue continuously.

[0030] If dequeue directions are outputted from a scheduler, since the packet by which the queuing is carried out to the degree of the packet which performed dequeue processing of the queue directed at the queue Management Department, and carried out the dequeue further will come to the head of a queue, the packet information is outputted to a

scheduler. This processing is repeated when continuing. In the case of ** fastest, the rate (throughput) of the processing which carries out a dequeue continuously from a single queue cannot put a packet interval below in the sum total of the processing latency (referred to as B) in a scheduler, and a latency (referred to as A) after receiving dequeue directions at ** queue Management Department until it outputs the scheduler parameter of the following packet to a scheduler so that it may understand from now on.

[0031] It is a processing sequence at the time of the continuation dequeue from a single queue at drawing 15 . That is, if the header of four packets 1-4 carries out a sequential input to the same queue (the same destination) as the queue Management Department, the schedule parameter of a packet 1 will be supplied from the queue Management Department to a scheduler. In a scheduler, processing is performed about a packet 1 and the dequeue of the packet 1 is carried out after the latency B. Thereby, a scheduler sends directions 1' of the dequeue of the following packet to the queue Management Department. The queue Management Department which received this outputs the schedule parameter of the following packet 2 to a scheduler after the processing which requires RENTENSHI A, and a scheduler carries out the dequeue of the packet 2 after Latency B. Hereafter, a dequeue is similarly performed by dequeue spacing A+B about packets 2-4, respectively.

[0032] Thus, even when a high throughput (maintain spacing of the packet of a single queue) is needed, the limit by the latency of A+B starts. Although this is a physical limit and is unavoidable, a throughput may be needed from the QoS control (that is, QoS control including the count for performing band control) which was elaborate depending on the case. Although to be able to perform QoS control which classified to the flow which can secure a throughput although band control, the flow which will perform band control by the flow discernment result if coexistence of a throughput is impossible, and band control were not performed, and suited each demand with single equipment was desired, in the Prior art, it was unrealizable.

[0033] This invention aims at offering the QoS control unit which can improve substantially the throughput of the packet outputted from a single queue on the basis of realizing band control of a packet transfer.

[0034]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 is drawing showing the principle configuration of this invention. The flow discernment means for generating the queue number which one identified the flow and was assigned to the flow among drawing, and 2 with the flow discernment means 1 The queuing means which carries out the queuing of the packet to the generated queue number, and 20 distribute the packet of the same flow

number to two or more queues. A queue, 3-1, 3-2, --3-m are distributed queuing means which carry out a queuing, 3 is the number of the queue according to individual, respectively, and 3-21 to three to 2 n is two or more distributed queues formed to the queue number (this example is 3-2) assigned to a certain flow. 4 is a scheduler which controls the dequeue of the packet by which the queuing was carried out to a usual queue and a usual distributed queue.

[0035] Since coexistence of band control and a throughput is the impossible, this invention performs QoS control which suited each demand by flow discernment. That is, a flow to carry out the queuing of the flow to carry out band control to the usual band control queue, and secure a throughput performs processing which stops band control and can secure a throughput. Since throughput reservation with a single queue is impossible as shown in above-mentioned drawing 15 $R > 5$, it is processing dispersedly at two or more queues, and, specifically, let it be a principle to improve the throughput on appearance.

[0036] Although the flow discernment means 1 is changed into the queue number which discriminated the flow number from the header of a packet to input, and was assigned corresponding to the properties (the destination, application, property of QoS, etc.) of each flow. If the queue number (this example 3 -2) corresponding to the specific flow number as which securing a throughput was required occurs. As a queue number corresponding to the specific flow number which the distributed queuing means 20 drives and is inputted. The queuing of the packet which assigns the queue 3-21 of the beginning in n 3-21-3 to 2 n distributed queues, and corresponds is carried out, and the packet of the same flow number as the above inputted into the degree assigns the following queue 3-22. Below the packet of the same flow number in order 3-23, 3-24, If it assigns -- and 3-n is reached, it will return to the first queue 3-21. To each flow number as which control of a throughput is not demanded, it assigns with a queue 3-1, 3-3, and --, and a queuing is carried out. That is, it considers that two or more distributed queues are one imagination queue to the packet of the specific flow number as which reservation of a throughput was required, and they carry out a distributed queuing to it. However, only with this treatment, by having distributed at two or more queues, the sequence of a packet will interchange and a dequeue will be carried out. In order to prevent this, the scheduler 4 of the distributed queue 3-21, 3-22, --3-2n chooses a queue from many queues by one approach in ** of a degree - ** by operation control in the operation control means 40, and performs a dequeue.

[0037] ** The operation control means 40 of a scheduler 4 is the algorithm of band control, and processes a distributed queue by setting up the reservation band of a

distributed queue identically, disregarding the packet size of a processing packet, and regarding it as immobilization.

[0038] ** Determine that sequence will carry out a dequeue from a packet with the earlier time of day which carried out the queuing to the distributed queue (the smaller one) in a scheduler 4 about a distributed queue.

[0039] ** To the packet which carries out a queuing to a distributed queue with the distributed queuing means 20, number entry sequence sequentially and perform processing which determines dequeue sequence from the size relation of a number in the scheduler 4 of a distributed queue.

[0040] It becomes possible to maintain and carry out the dequeue of the sequence which carried out the queuing to a distributed queue by processing of such a scheduler 4 of a distributed queue. If a certain flow is distributed at n queues, a dequeue can be seemingly carried out by the n times as many throughput as a single queue.

[0041]

[Embodiment of the Invention] Drawing 2 is the configuration of the translation table of the destination address of an example. The 1st translation table from which ten change a destination IP address into a queue number, and 20 are the 2nd translation table changed into the queue number which contains a distributed queue for a queue number among drawing. In this example, although six queues are used, it is used as one queues imagination [three] of it, and physical queue number **4-**6 are used as a virtual single queue to queue number **4.

[0042] If the destination IP address included in the header of a packet to input is detected, it will refer to a destination IP address to the 1st translation table 10. When a destination IP address is within the limits of "0000-000F", as a queue number Output **1, and when a destination IP address is within the limits of "0010 - 00FF", as a queue number **2 are outputted, when a destination IP address is within the limits of "0100 - 01FF", **4 are outputted as a queue number, and when a destination IP address is within the limits of "0200 - FFFF", **3 are outputted as a queue number. The destination IP address in this will change virtual queue number **4 into distributed physical queue number **4-**6 sequentially in the 2nd latter translation table 20 further, if **4 of a virtual queue number are outputted to the flow of "0100 - 01FF" within the limits for the queuing to a virtual queue. The conversion algorithm of this 2nd translation table 20 is shown in drawing 3 .

[0043] Drawing 3 is a flow chart for changing a virtual queue number into a distributed physical queue number. If a queue number (virtual queue number) is obtained from the flow number of a packet with the 1st translation table of above-mentioned drawing 2 , processing of drawing 3 will be started. However, let i into a variable (initial value is 0),

and let q be a queue number (a virtual queue number and physical queue number). q distinguishes whether it is $**4$ which is the queue number (virtual queue number) inputted first (S1 of drawing 3). Although it ends without changing a queue number when q is not $**4$ if i shall be 0 at the beginning which i is carried out +one in the case of $q = **4$ (S2 of drawing 3), and is distinguished in $i > 2$ (said -- S3) -- no, it is distinguished from (No), the value of q is updated to $q+i$ (said -- S5), $q+1=5$ are obtained, $**5$ are outputted as a distributed physical queue number, and processing is ended. In this way, the first packet is assigned to the distributed physical queue of $**5$. next, it is $i > 2$, although it will be set to $i = 2$ by processing of $i = i + 1$ with the flow chart of drawing 3 $R > 3$ if the queue of virtual queue number $**4$ inputs -- that distinction -- setting -- no, it is distinguished from (No), it is set to $q = 6$, and $**6$ are assigned as a distributed queue. Next, if the packet of $**4$ is inputted, it will be set to $i = 3$ by the operation (S2 of drawing 3) of $i = i + 1$. In this case, in distinction (S3 of drawing 3) of whether to be $i > 2$, it is distinguished from Yes, is set as $i = 0$ (this S4), it is set to $**4+0$ by the operation of $q = q+i$, and a distributed physical queue number is set to $**4$.

[0044] Thus, a distributed queuing is carried out to two or more queues with which only the packet of the flow (single flow number) of the virtual queue number of $**4$ to secure a throughput to is called $**4-**6$.

[0045] Next, the configuration of each example of the scheduler by this invention is shown.

[0046] Drawing 4 is the configuration of the scheduler of an example 1. 40-1 to 40-6 corresponds to each of six queues among drawing. It is the formed computing element (henceforth computing-element $**1$ and -- computing-element $**6$), computing-element $**1-**3$ are not matched with a distributed physical queue, and it is assigned to the queue number corresponding to a flow. The same configuration as the conventional computing element (960 of above-mentioned drawing 12) A preparation and computing-element $**4-**6$ are constituted as a distributed physical queue. The multiplier (MUL) 41 in computing-element $**1 - **3$, the highest selection section (MAX) 42, an adder 43, an attaching part 44, a comparator (CMP) 45, the free run timer 47, and the lowest selection section 48 are the same as each circuit expressed with the signs 961-967 of above-mentioned above-mentioned drawing 12, respectively, and these computing-element $**1-**3$ omit explanation in order to perform the same actuation as the above-mentioned former.

[0047] The virtual queue number 4 ($**4$) is assigned to packet storing of a certain single flow explained by above-mentioned drawing 2 and drawing 3, and computing-element $**4-**6$ perform the operation for performing the dequeue after distributing and storing

this in three distributed physical queues. These computing-element **4-**6 have the composition that the selection section (SEL) expressed with a sign 46 was added, to the configuration of computing-element **1-**3. These selection sections 46 choose whether a packet size (L (d), L (e), and L (f)) is inputted to a multiplier (MUL) 41, or "0" is inputted with a virtual queue change control signal.

[0048] When it constitutes the distributed physical queue for the virtual queue by this invention, it changes so that a packet size may be compulsorily set to "0" with a virtual queue change control signal. In addition, the packet size of a certain immobilization may be inputted instead of this "0."

[0049] although the queuing of the queuing of virtual queue **4 will be carried out to distributed physical queue number **4-**6 in fact, since it is considered by computing-element **4-**6 of drawing 4 with the 2nd translation table of above-mentioned drawing 2 that a packet size is zero -- after all -- the above-mentioned formula (1) it sets -- it becomes $F_i = M_i$. However, F_i The completion schedule time of day of transmitting of the packet of No. i, and M_i The packet of No. i expresses the time of day by which the queuing was carried out. For this reason, the lowest selection section 48 in the latter part of computing-element **1-**6 is F_i . It is the time of day M_i when the queuing of the dequeue sequence of queue number **4-**6 was carried out to each queue since the smallest thing of a value was chosen and outputted. Sequence will be followed. That is, it becomes possible to obtain, even if it carries out the distributed queuing of the same actuation as the actuation in the case of carrying out a queuing to a single queue to two or more queues. In addition, in this example, it becomes possible by carrying out a distributed queuing to three queues to process by the 3 times as many throughput as this compared with the case where a queuing is carried out to a single queue. Moreover, when a throughput does not treat a required flow, the computing element in which band control is possible can be constituted from changing the selection section (SEL) 46 in computing-element **4 - **6 of drawing 4 $R > 4$ so that a packet size (L (d), L (e), and L (f)) may be incorporated, and selection becomes possible if needed.

[0050] Drawing 5 is the configuration of the scheduler of an example 2. Among drawing, 40-1 to 40-3 is the computing element (it is called computing-element **1, computing-element **2, and computing-element **3) formed corresponding to each of three queues, and is prepared for every queue number corresponding to a flow. 48-1 is the 1st lowest selection section. The configuration in computing-element **1 - **3 is the same as that of computing-element **1-**3 of the configuration of the example 1 of above-mentioned drawing 4 , perform the same actuation as the conventional computing element (960 of above-mentioned drawing 12), and it sets in the 1st lowest selection

section 48-1. While it has the effective display from computing-element **1-**3, it is each completion schedule time-of-day of transmitting F (a). -F (c) A queue number with the minimum value in inside is outputted as a result of having performed band control.

[0051] The configuration which constitutes the description of this example 2 is the point of having prepared the register which expresses with 49-1 to 49-3, the 2nd lowest selection section expressed with 48-2, and the priority-control selection section expressed with 50. A register 49-1 to 49-3 holds only the arrival time (M (d), M (e), and M (f)) of the packet inputted into the virtual distribution queue (**4 thru/or **6). The 2nd lowest selection section 48-2 is chosen for the queue of the earliest time of day in the arrival time in order, and a queue number is outputted. The output of the result of having performed band control from the 1st lowest selection section 48-1, and the output of the queue number of the order of the arrival time from the 2nd lowest selection section 48-2 are inputted into the priority-control selection section 50, and a queue number is chosen and outputted with the priority according to the demand of a system. The high scheduler of the flexibility which can change the case where he wants for this to give priority to a queue to secure a throughput, and the case where he wants to give priority to band control, according to the demand of a system can be constituted. In addition, if the dequeue of the contents of the register 49-1 to 49-3 is carried out, it will be updated at the queuing time of day of the packet of the same flow which follows.

[0052] Drawing 6 is the configuration of the scheduler of an example 3. 40-1 to 40-3 is the computing element (**1-**3) equipped with the same configuration as the above-mentioned example 2 (drawing 5), and the 1st lowest selection section as an example 2 also with 48-1 [same] among drawing.

[0053] The configuration which constitutes the description of this example 3 is the point of having prepared the register which expresses with 51-1 to 51-3, the 3rd lowest selection section expressed with 48-3, and the priority-control selection section expressed with 52. A register 51-1 to 51-3 holds the sequential number added to the packet which carries out a queuing to a virtual distribution queue as an input parameter of a virtual distribution queue (**4 thru/or **6). In this case, since it is a packet belonging to the same flow number, a sequential number expresses the order of arrival. The queue number which should be carried out a dequeue according to the sequence in which the queuing was carried out to the virtual distribution queue by the sequential number is chosen in the 3rd lowest selection section 48-3. The priority-control selection section 52 is the priority (when it gives priority to band control, the queue number from the 1st lowest selection section 48-1) which followed the demand of a system like the above-mentioned example 2 from the queue number and the queue number from the 3rd lowest selection section

48-3 which were chosen in the 1st lowest selection section 48-1. When priority is given and it gives priority to a throughput, control selection is performed for the queue number from the 3rd lowest selection section 48-3 by priority.

[0054] Drawing 7 is the example of the processing sequence of the scheduler of an example. With the scheduler of the above-mentioned example 1 thru/or an example 3, this is a processing sequence at the time of distributing a single flow (a virtual queue number being **4) at three distributed queues (**4 thru/or **6), and becomes the same processing sequence in each example.

[0055] the example which distributed and stored six packets belonging to the same flow number (**4) in queue **4-**6 which are a distributed queue in drawing 7 -- it is -- the packet of "1", "2", and "3", -- control of the queue Management Department (93 and drawing 1313 of drawing 9) -- each -- some time spacing is set in the sequence which reached distributed queue **4-**6, and it is stored in it. the packet of "4", "5", and "6" inputted after that -- the same -- each -- it is stored in distributed queue **4-**6. each -- the packet of distributed queue **4-**6 any of the computing element (example 1 of drawing 4) formed in each distributed queue correspondence prepared in the scheduler, the register (example 2 of drawing 5) which stores queuing time of day, or a sequential number (example 3 of drawing 6) It uses and the packet of "1" is stored in distributed queue **4, after the time amount B of the processing latency in a scheduler, a dequeue is carried out and the notice (it expresses with 1') of dequeue completion is sent to the queue Management Department at coincidence. After distributed queue **5 store the packet of "2" following this, a dequeue is carried out after time amount B, and the dequeue also of distributed queue **6 is carried out after time amount B in the packet of "3." Then, in distributed queue **4, after notice 1' of dequeue completion of the packet of the above "1", it goes through the processing time A of the queue Management Department, the packet of "4" is stored, and a dequeue is carried out after the processing time B of a scheduler. the following -- each -- pass a latency with respectively same the packet of "5" and the packet of "6" by distributed queue **5 and **6 -- a dequeue is carried out.

[0056] Thus, by carrying out parallel processing of the packet of "1" - "6" to a single queue at three queues compared with the case where a dequeue is stored and carried out shows that become possible to carry out the dequeue of the three packets within the processing latency of A+B, and the 3 times as many throughput as this is obtained.

[0057] (Additional remark 1) A discernment means to identify the class of service of an input packet, The queuing means which carries out a queuing to the queue according to a class-of-service discernment result, In the QoS control unit equipped with the scheduler which calculates packet dequeue spacing and sequence based on the die length of the

packet by which the queuing was carried out, and the parameter of the arrival time, and performs dequeue control of a packet Said queuing means is equipped with the distributed queuing means which distributes and carries out the queuing of the packet of a specific class of service to two or more queues. Said scheduler The QoS control unit characterized by having the operation control means which maintains the queuing sequence when carrying out a queuing to said two or more queues dispersedly, and carries out the dequeue of the packet.

[0058] (Additional remark 2) The operation control means prepared in said scheduler in the additional remark 1 is a QoS control unit which makes the same the reservation band set up to two or more dispersed queues, and is characterized by considering that the packet size of all the target packets is immobilization, and determining the sequence of a dequeue.

[0059] (Additional remark 3) QoS control unit characterized by determining the sequence of a dequeue by setting up with 0 based on the queuing time of day of each packet in additional remark 2 when making said packet size into a fixed length.

[0060] (Additional remark 4) QoS control unit characterized by setting they being [any of additional remarks 2 or 3], inputting directions of the dequeue generated from the operation control means with which said each dispersed queue was equipped, and having the lowest selection section which outputs the information on the queue which chooses directions with the minimum value from directions of two or more dequeues, and corresponds.

[0061] (Additional remark 5) The operation control means prepared in said scheduler in the additional remark 1 is a QoS control unit characterized by having the selection section which the queuing time of day to each queue is inputted as information for determining the queuing sequence over two or more dispersed queues, and chooses the minimum value from the inside.

[0062] (Additional remark 6) It is the QoS control unit which said distributed queuing means adds a sequential number in order of arrival to a packet in additional remark 1 when distributing and carrying out the queuing of the specific flow to two or more queues, and is characterized by for said scheduler detecting the size relation of the sequential number added to the packet of two or more of said each dispersed queues, and determining dequeue sequence.

[0063] (Additional remark 7) A discernment means to identify the class of service of an input packet, The queuing means which carries out a queuing to the queue according to a class-of-service discernment result, In the QoS control unit equipped with the scheduler which calculates packet dequeue spacing and sequence based on the die length of the

packet by which the queuing was carried out, and the parameter of *****, and performs dequeue control of a packet. It distinguishes whether the class of service identified by said discernment means gives priority to band control, or priority is given to reservation of a throughput. Said queuing means As opposed to the class of service which assigns the queue according to individual to the class of service which gives priority to band control, carries out the queuing of the packet, and gives priority to reservation of a throughput. It is the QoS control unit which distributes and carries out the queuing of the packet to two or more queues, and is characterized by for said scheduler maintaining queuing sequence and carrying out the dequeue of the packet which carried out the queuing to said each queue.

[0064]

[Effect of the Invention] According to this invention, a throughput can be improved by assigning two or more distributed queues to the packet of the specified flow by the easy configuration. Moreover, it becomes possible to choose whether band control is performed to a flow, or control of a throughput is performed according to the demand of a system.

(51)Int.Cl.⁷識別記号FI
H 0 4 L 12/562 0 0H 0 4 L 12/562 0 0 Z 5 K 0 3 0
デフォルト* (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L （全 18 頁）

(21)出願番号	特願2001－203231(P2001－203231)	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22)出願日	平成13年 7 月 4 日(2001. 7. 4)	(72)発明者	山下 公彰 福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目22番8号 富士通九州ディジタル・テクノロジー株式会社内
		(74)代理人	100094662 弁理士 穂坂 和雄 （外2名）

最終頁に続く

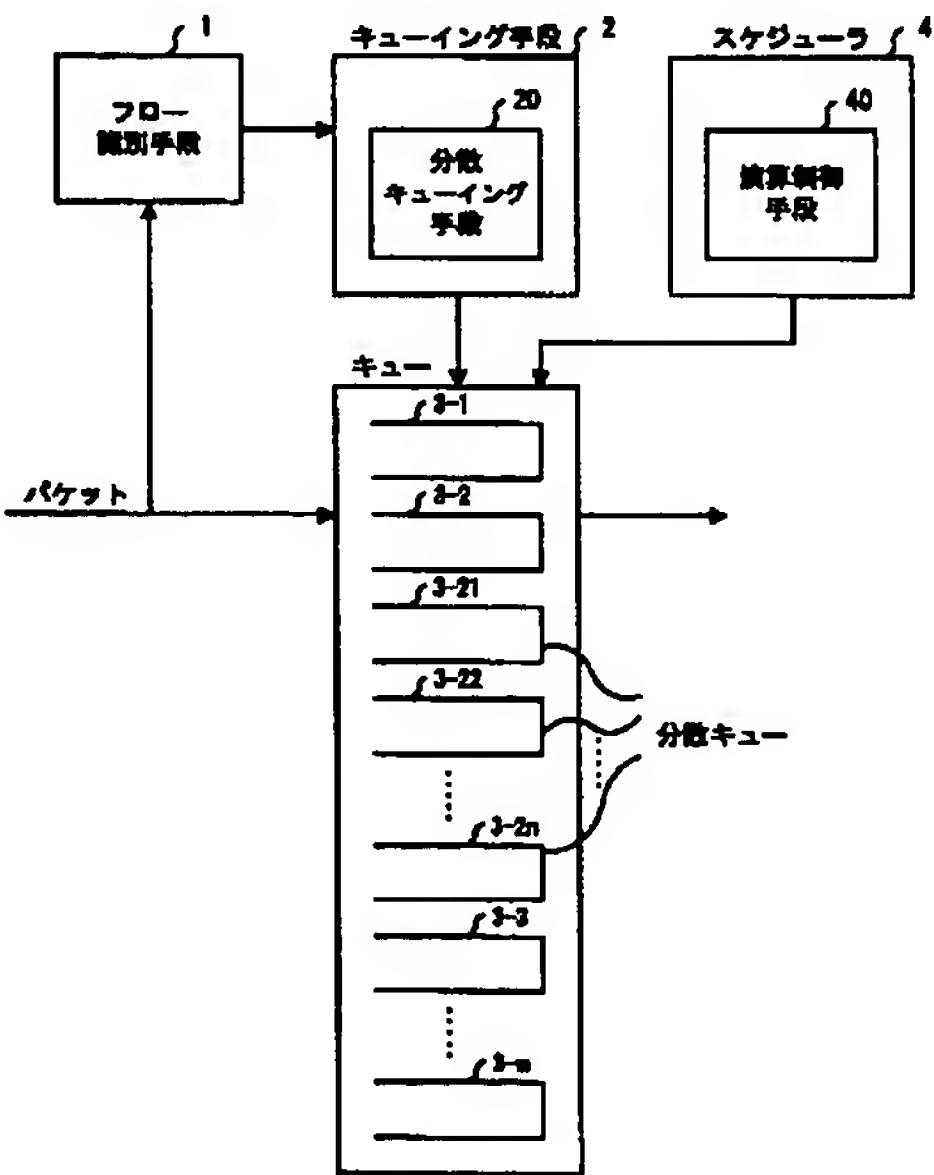
(54)【発明の名称】 Q o S制御装置

(57)【要約】

【課題】本発明は入力パケットのサービスクラスを識別する識別手段と、サービスクラス識別結果に応じたキューにキューイングするキューイング手段と、キューイングされたパケットの長さ及び到着時刻のパラメータを元にパケットデキュー間隔及び順序を演算してパケットのデキュー制御を行うスケジューラとを備えたQ o S制御装置に関し、単一のキューから出力するパケットのスループットを実質的に改善することができることを目的とする。

【解決手段】キューイング手段は、特定のサービスクラスのパケットを複数のキューに分散してキューイングする分散キューイング手段を備え、スケジューラは、複数のキューに分散してキューイングした時のキューイング順序を保ってパケットをデキューする演算制御手段を備えるよう構成する。

本発明の原理構成



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力パケットのサービスクラスを識別する識別手段と、サービスクラス識別結果に応じたキューにキューイングするキューイング手段と、キューイングされたパケットの長さ及び到着時刻のパラメータを元にパケットデキュー間隔及び順序を演算してパケットのデキュー制御を行うスケジューラとを備えたQoS制御装置において、前記キューイング手段は、特定のサービスクラスの packets を複数のキューに分散してキューイングする分散キューイング手段を備え、前記スケジューラは、前記複数のキューに分散してキューイングした時のキューイング順序を保ってパケットをデキューする演算制御手段を備えたことを特徴とするQoS制御装置。

【請求項2】 請求項1において、前記スケジューラに設けた演算制御手段は、分散した複数のキューに対して設定する予約帯域を同一として、対象とする全てのパケットの packet 長を固定とみなしてデキューの順序を決定することを特徴とするQoS制御装置。

【請求項3】 請求項1において、前記スケジューラに設けた演算制御手段は、分散した複数のキューに対するキューイング順序を決定するための情報として各キューへのキューイング時刻が入力されてその中から最小値を選択する選択部を備えることを特徴とするQoS制御装置。

【請求項4】 請求項1において、前記分散キューイング手段は、特定のフローを複数のキューに分散してキューイングする時、パケットに対し到着順にシーケンシャル番号を付加し、前記スケジューラは、前記各分散した複数のキューの packets に付加したシーケンシャル番号の大小関係を検出してデキュー順序を決定することを特徴とするQoS制御装置。

【請求項5】 入力パケットのサービスクラスを識別する識別手段と、サービスクラス識別結果に応じたキューにキューイングするキューイング手段と、キューイングされたパケットの長さ及び到着時刻のパラメータを元にパケットデキュー間隔及び順序を演算してパケットのデキュー制御を行うスケジューラとを備えたQoS制御装置において、前記識別手段により識別されたサービスクラスが帯域制御を優先するか、スループットの確保を優先するかを判別し、前記キューイング手段は、帯域制御を優先するサービスクラスに対して個別のキューを割り当てて packets をキューイングし、スループットの確保を優先するサービスクラスに対して packets を複数のキューに分散してキューイングし、前記スケジューラは、前記各キューにキューイングした packets をキューイング順序を保ってデキューすることを特徴とするQoS制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はパケット転送装置に

おけるQoS (Quality of Service: サービス品質, または通信品質) を保証するためのリソース割り当て方式に関する。

【0002】急速に普及するLANやインターネットを背景に、IPネットワークの中核を成すルータ装置(L3スイッチとも呼ばれる)の市場規模は、拡大することが予想される。更に、データ通信だけでなく、音声やビデオ(動画像)等のストリーミングサービスも含めた、様々なアプリケーションが、IPネットワーク上に統合され、サービスが提供されるものと予想されている。

【0003】FTP (File Transfer Protocol) 等のデータ転送と電話サービス (VoIP: Voice Over IP) のように、要求されるトラヒック特性(許容廃棄率や遅延等)の異なる種々のサービスをIPネットワークでストレスなく提供するためには、それぞれの品質を劣化させないように、ルータ機器等においてトラヒックフローに応じた優先制御や、帯域制御を行うQoS制御が必要である。

【0004】

【従来の技術】図8はQoS制御の原理を示す図であり、動作の順①～④に従って説明する。

①入力したIPパケット80は、フロー識別が行われ、パケット内のIPアドレスや、MACアドレス(イーサネット(登録商標)のアドレス)や、TOSフィールド(Type of Service: IPヘッダに含まれたIPサービスの品質を表す情報であり、優先度、遅延に関する情報、スループットに関する情報、信頼性に関する情報等で構成される)を参照してアプリケーション毎のフロー番号や品質が識別される。②IPパケットは識別したフロー番号に対応する1つのキュー81に振り分けられる(キューイングされる)。③各キュー81にはそれぞれ優先度や帯域が設定されており、それによってキュー81の先頭パケットの長さやキューイング時刻等に基づいて各キューの先頭パケットをデキューする順序や、タイミングをスケジューリングする。④このスケジューリングにより決定したキューの先頭パケットを、読み出す(デキューする)。このような処理により、キューに振り分けたフローごとのQoS制御が可能となる。

【0005】図9はQoS制御装置の全体構成を示す。図中、90はパケット(IPパケットを含む)、91は入力するパケットにタイムスタンプ(到着時刻)を付加するタイムスタンプ部、92は入力パケットの宛先等のヘッダ情報を元にフロー識別を行い、適切なキューへ振り分ける機能を備える変換テーブルであり、一般にCAM (Content Address Memory) により構成され、ヘッダ情報を入力するとキュー番号を発生する。93はキュー毎のパケット情報を論理的にリンクし、パケットデータのメモリ格納ポインタを決定及び管理するキュー管理部であり、多数の各キューの空き位置(キューイングポインタ)と各キューへ格納されたパケットの先頭位置(デ

キューポインタ)が管理される。94はキュー管理部93でキューイング(エンキューと同義)／デキューするパケットのポインタ(アドレス)を受信し、後述するフレームメモリ95のリード・ライト制御を行うメモリ制御部、95はキューを構成する物理メモリであり、キューイングするパケットデータの本体を格納するフレームメモリ、96はキューの先頭パケットのスケジューラパラメータを入力して、デキューすべき順番とタイミングを計算するスケジューラである。この構成による処理の流れは次の(1)～(8)の通りである。

【0006】(1) 入力パケットに対してタイムスタンプ部91で到着時刻を付加する。

【0007】(2) 入力パケットのヘッダ情報及びスケジューラパラメータ(パケットサイズと到着時刻等)を変換テーブル92に入力して、QoS識別を行い、適切なキュー番号を得る。

【0008】(3) キュー管理部93でパケット情報を指定キューにリンクし、キューイングパケット本体のフレームメモリ95への格納ポインタを出力し、書き込み指示を行う。

【0009】(4) メモリ制御部94の処理により、パケットデータを、指定されたキューイングポインタへ書き込む。

【0010】(5) キュー管理部93において、キューイングしたパケットがキューの先頭であった場合、そのパケットのスケジューラパラメータ(パケットサイズや到着時刻等)を、スケジューラ96へ出力する。

【0011】(6) スケジューラ96では、各キューの先頭パケットのスケジューラパラメータ情報を元に、スケジューリング処理を行い、デキューすべき順序およびタイ

ミングを決定し、キュー番号を出力する。
【0012】(7) キュー管理部93において、デキューするキュー番号を受信し、そのキューの先頭パケットが存在するポインタを出力し、メモリからの読み出し指示*

$$F_i = \max \{ F_{i-1}, M_i \} + L_i / \phi_i \quad (1)$$

但し、 M_i は i 番のパケットがキューイングされた時刻、 F_{i-1} は1つ前のパケットの送信完了予定時刻、 L_i / ϕ_i は i 番のパケット(パケット長 L_i 、速度 ϕ_i)を送出するのに要する時間を表す。

【0018】図11は帯域制御の概念を示し、予約帯域を守るための2つの場合を示す。

【0019】図11のA. は $M_i < F_{i-1}$ の場合で、前パケット($i-1$ 番のパケット)の送信完了予定時刻 F_{i-1} より前の時刻 M_i に現パケット(i 番のパケット)がキューイングされた場合である。この場合、前パケットの送信完了予定時刻 F_{i-1} に対し現パケットの送信に要する時間 L_i / ϕ_i (図では L / ϕ で表示、以下同じ)を加算して、現パケットの送信完了予定時刻 F_i を算出する。図11のB. は $M_i \geq F_{i-1}$ の場合で、前パケットの送信完了予定時刻 F_{i-1} より後の時刻 M_i に現

*を行う。また、キュー管理のリンク構造の操作を行い、そのキューにおいてデキューしたパケットに続いてパケットが存在する場合は、そのパケットを先頭とみなして、そのパケットのスケジューラパラメータをスケジューラ96へ送出する。

【0013】(8) メモリ制御部94の処理により、パケットデータを指定されたデキューポインタからパケットデータを読み出す。

【0014】上記図9に示すQoS制御装置の中の変換テーブル92の構成例を図10に示す。図10の例では、入力パケットの宛先IPアドレスを見て、6つのキューに振り分けるためのQoSフロー識別処理を行う。例えば、IPアドレスが0010から00FFの間の場合には、キュー番号は#2となる。

【0015】上記図9に示すスケジューラ96の機能を説明する。

【0016】スケジューラのアルゴリズムには、複数の方法があるが、ここでは帯域制御を行うアルゴリズムの一例を示す。帯域制御とは、予めキュー毎に設定された予約帯域を守るよう、キュー内のパケットをデキューするタイミングの制御である。キュー毎の予約帯域(速度)を ϕ 、スケジューラ対象のパケット(キュー先頭のパケット)のパケット長を L とすると、 ϕ の速度で長さ L のパケットを送出するのに要する時間は L / ϕ により求められる。帯域制御の方法は、各パケットの送信完了予定時刻(これを F とする)を算出し、逐次内部のフリーランタイム(現在の絶対時間を表示するタイム)との比較を行い、予定時刻になったら送出を許可する方法である。すなわち、予定時刻までデキューを行わないことにより、パケット間隔を制御して帯域制御を行う。 i 番のパケットの送信完了予定時刻を F_i とすると、 F_i は次の式(1)で求められる。

【0017】

パケットがキューイングされた場合である。この場合は、図に示すように時刻 M_i に L / ϕ を加算して、現パケットの送信完了予定時刻 F_i を算出する。

【0020】このように、スケジューラ対象のキューに図11のA. またはB. の演算を行ってタイムと常時比較を行い、予定時刻になったキューに対してデキュー処理を行う。なお、複数のキューから同時にパケットが出力可能な場合、スケジューラにおいて F_i が最も小さなキューからデキューするよう優先制御調停を行い、調停結果を出力する。

【0021】このような機能を備えた従来のスケジューラの構成例を図12に示す。図中、960は上記式(1)の演算を行う演算器を表し、演算器はキュー毎に設けられ、この例では6個のキューに対応して#1～#6の6個設けられている。各演算器の内部は同一であり961

～965で表す各回路から成る。961はパケット長
 $L(a)$ で表す)と速度($\phi(a)$ で表す)の逆数($1/\phi(a)$)とを乗算して、パケットの送信に要する時間を出力する乗算器(MULで表す)、962は現パケットのキューイング時刻($M(a)$ で表す)と前パケットの送信完了予定時刻(F_{i-1})とを比較して大きい方の時刻を選択する最大値選択部(MAXで表す)、963は加算器、964は加算器963の出力である時刻を保持する保持部(FFで表す)、965は保持部964の時刻がフリーランタイム966の時刻と一致するかを検出する比較器(CMPで表す)、966はマスタクロックによりカウントを行い、各演算器960にカウント値(タイマ値)を出力するフリーランタイムである。また、967は各演算器960から入力される有効な時刻を表す出力 $F(n)$ 値の中から最小値を選択して、デキュー指示を出力する最小値選択部である。

【0022】図12に示す従来のスケジューラの構成例による動作を説明すると、新規にパケットのスケジューラパラメータ(パケット長 $L(a)$ とキューイング時刻 $M(a)$)がキュー管理部(図9の93)から入力されると、パケット長 $L(a)$ と速度の逆数($1/\phi(a)$)から乗算器961により求めた送信に要する時間($L(a)/\phi(a)$)を算出し、最大値選択部962で $M(a)$ (キューイング時刻)と F_{i-1} (前パケットの送信完了予定時刻)を比較して、大きい方を選択する。この時、上記図11のA.の場合は、 F_{i-1} が選択され、B.の場合は $M(a)$ が選択される。加算器963で乗算器961からの $L(a)/\phi(a)$ と、最大値選択部962からの $M(a)$ または F_{i-1} が加算され、上記式(1)の F_i が求められて保持部964に保持され、比較器965に出力されると共に最大値選択部962に前パケットの送信完了予定時刻 F_{i-1} として供給される。比較器965では F_i 値とタイマ値を比較し、送出時刻がきたら送出を許可するフラグ(有効フラグ)を最小値選択部967に出力する。最小値選択部967では、有効フラグがアサートされている演算器960の中から送信完了予定時刻 F_i が最も小さな演算器を選択し、その演算器の番号(キュー番号)を出力する。キュー番号を出力された演算器は、有効フラグをネグートする。

【0023】以上が、帯域制御を実現するスケジューラの構成とその処理内容であるが、この演算処理を行うために、通常は数クロックの処理レイテンシ(遅延)が必要である。

【0024】上記の帯域制御を行う場合にパケットをキューへ格納(キューイング)したり、出力する(デキュー)ために、キュー管理部(図9の93)による制御が行われる。キュー管理は、各キュー内のパケットリンク構造をフレームメモリ(図9の95)へのパケット格納アドレス(ポインタ)により管理する。

【0025】図13にキュー管理部の構成を示し、図

中、930はパケットのキュー番号及びスケジュールパラメータが入力されるとそのパケットをキューに格納する制御を行うエンキュー(またはキューイング)制御部、931は各キューの先頭(Top)と最後(End)のパケットの格納位置(ポインタ)を格納するキューTop/Endポインタメモリ、932はキュー内のポインタリンク構造及びパケットのスケジュールパラメータを格納するポインタリンクメモリ、933は各キューからパケットを取り出す制御を行うデキュー制御部、934は各キューの空きポインタ(次にパケットを格納できるポインタ)を格納する空ポインタメモリである。
 【0026】図14はパケット情報のリンク構造を示し、上記図13に示すキュー管理部の各ポインタメモリ931、932を含む。

【0027】図14のA.はキュー番号#nのパケットキューイング例を示し、ポインタaを先頭ポインタとしてポインタb～gのパケットが順番にキューイングされている。図14のB.～D.は図14のA.のキュー番号#nのパケットリンク構造を表すもので、B.は上記図13のキューTop/Endポインタメモリ930に対応し、図14のA.のキュー番号#nのキューイングに対応し、Topポインタメモリにポインタaが格納され、Endポインタメモリにポインタgが格納されている。図14のC.はポインタメモリ、D.はパラメータメモリであり、両方で上記図13のポインタリンクメモリ932に対応する。ポインタリンクメモリは上記のTopポインタメモリで示すポインタaに、次のパケットが格納されたポインタbが設定され、そのポインタbが示す位置には更に次のパケットが格納されたポインタcが設定されて、上記A.のEndポインタメモリで示す最後のポインタgまで順番に次ポインタが設定される。また、図14のD.のパラメータメモリには、パケットの各パラメータ(パケット長、到着時刻等)がB.のポインタメモリと同様にパケットのポインタとリンクして順番に設定されている。なお、図13の空ポインタメモリ934は図14では図示省略されている。

【0028】図13の構成において、キューイング処理を行う場合、キューTop/Endポインタメモリ931よりキューイングしたいキュー番号のEndポインタを取り出し、そのポインタが示すポインタリンクメモリ932のリンクポインタを取り出し、更にそのポインタが示すアドレスにパラメータを格納して、キューTop/Endポインタメモリ931の中のEndポインタを更新する処理を行う。デキュー時には、キューTop/Endポインタメモリ931よりTopポインタを取り出して、リンク構造を更新する処理を行う。キューイング・デキュー時の詳細な処理は省略するが、キュー管理処理を行うには、数回のメモリアクセスが必要となる点である。すなわち、キュー管理処理には数クロックの処理レイテンシが必要となる。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】上記したようにスケジューラ処理及びキュー管理処理では、共に数クロックの処理レイテンシが必要になる。ここで、ある単一のキューに滞留しているパケットが、連続してデキューする場合の処理を説明する。

【0030】スケジューラからデキュー指示を出力すると、キュー管理部で指示されたキューのデキュー処理を行い、更にデキューしたパケットの次にキューイングされているパケットがキューの先頭にくるので、そのパケット情報をスケジューラに出力する。連続する場合は、この処理を繰り返す。これから分かるように、単一のキューから連続してデキューする処理の速度（スループット）は、①最速の場合でも、スケジューラでの処理レイテンシ（Bとする）と、②キュー管理部でのデキュー指示を受信してから、次のパケットのスケジューラパラメータをスケジューラに出力するまでのレイテンシ（Aとする）の合計以下にパケット間隔をつめることができない。

【0031】図15に単一キューからの連続デキュー時の処理シーケンスである。すなわち、キュー管理部に同じキュー（同じ宛先）に対して4個のパケット1～4のヘッダが順次入力すると、キュー管理部からスケジューラに対してパケット1のスケジュールパラメータが供給される。スケジューラではパケット1について処理が行われ、そのレイテンシBの後にパケット1がデキューされる。スケジューラはこれによりキュー管理部に対し次のパケットのデキューの指示1'を送る。これを受けたキュー管理部は次のパケット2のスケジュールパラメータをスケジューラに出力し、スケジューラはレイテンシBの後にパケット2をデキューする。以下、同様にパケット2～4についてそれぞれデキュー間隔A+Bによりデキューを行う。

【0032】このように高いスループット（単一のキューのパケットの間隔を保つこと）が必要となる場合でも、A+Bのレイテンシによる制限がかかる。これは、物理的な制限であり仕方ないが、場合によっては凝ったQoS制御（つまり、帯域制御を行うための計算を含むQoS制御）よりもスループットが必要となる場合もある。帯域制御とスループットの両立が不可能であれば、フロー識別結果により帯域制御を行うフローと、帯域制御は行わないがスループットが確保できるフローに分別して、単一の装置でそれぞれの要求にあったQoS制御をできることが望まれるが、従来の技術では実現することができなかった。

【0033】本発明はパケット転送の帯域制御を実現することを基本として単一のキューから出力するパケットのスループットを実質的に改善することができるQoS制御装置を提供することを目的とする。

【0034】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理構成を示す図である。図中、1はフローを識別してそのフローに割り当てられたキュー番号を発生するためのフロー識別手段、2はフロー識別手段1により発生したキュー番号に対しパケットをキューイングするキューイング手段、20は同一フロー番号のパケットを複数のキューへ分散してキューイングする分散キューイング手段、3はキュー、3-1、3-2、…3-mはそれぞれ個別のキューの番号であり、3-21～3-2nはあるフローに割り当てられたキュー番号（この例は3-2）に対して設けられた複数の分散キューである。4は通常のキュー及び分散キューにキューイングされたパケットのデキューの制御を行うスケジューラである。

【0035】本発明は帯域制御とスループットの両立が不可能なので、フロー識別によりそれぞれの要求にあったQoS制御を行うものである。すなわち、帯域制御を行いたいフローは通常の帯域制御キューにキューイングし、スループットを確保したいフローは、帯域制御を止めてスループットが確保できる処理を行うものである。具体的には単一キューでのスループット確保は上記図15に示すように不可能なので、複数のキューに分散して処理することで、みかけ上のスループットを向上することを原理とする。

【0036】フロー識別手段1は、入力するパケットのヘッダからフロー番号を識別して、それぞれのフローの特性（宛先、アプリケーション、QoSの特性等）に対応して割り当てられたキュー番号に変換するが、スループットを確保することが要求された特定のフロー番号に対応するキュー番号（この例では3-2）が発生すると、分散キューイング手段20が駆動され、入力する特定のフロー番号に対応するキュー番号としてn個の分散キュー3-21～3-2nの中の最初のキュー3-21を割り当てて該当するパケットをキューイングし、その次に入力する前記と同一のフロー番号のパケットは次のキュー3-22を割り当て、以下同じフロー番号のパケットは順番に3-23、3-24、…に割り当て、3-nに達すると、最初のキュー3-21に戻る。スループットの制御が要求されていない各フロー番号に対しては、キュー3-1、3-3、…と割り当てて、キューイングする。すなわち、スループットの確保が要求された特定のフロー番号のパケットには、複数の分散キューを仮想的な一つのキューとみなして、分散キューイングする。但し、この処置だけでは複数のキューに分散したことで、パケットの順序が入れ替わってデキューされてしまう。これを防ぐため、分散キュー3-21、3-22、…3-2nのスケジューラ4は、演算制御手段40における演算制御により次の①～③の中の一つの方法で多数のキューの中からキューを選択してデキューを行う。

【0037】①分散キューについてはスケジューラ4の

演算制御手段40は、帯域制御のアルゴリズムで、分散キューの予約帯域を同一に設定し、処理パケットのパケット長を無視して固定と見なして処理を行う。

【0038】②分散キューについてはスケジューラ4において、分散キューにキューイングした時刻の早い方（小さい方）のパケットからデキューするように順序を決定する。

【0039】③分散キューイング手段20により分散キューにキューイングするパケットに対し入力順にシーケンシャルに番号を付け、分散キューのスケジューラ4において、番号の大小関係からデキュー順序を決定する処理を行う。

【0040】このような分散キューのスケジューラ4の処理により、分散キューにキューイングした順序を保ってデキューすることが可能となる。あるフローをn個のキューに分散すると、見かけ上単一キューのn倍のスループットでデキューすることができる。

【0041】

【発明の実施の形態】図2は実施例の宛先アドレスの変換テーブルの構成である。図中、10は宛先IPアドレスをキュー番号に変換する第1変換テーブル、20はキュー番号を分散キューを含むキュー番号に変換する第2変換テーブルである。この実施例では、6つのキューを使用するが、その内の3つを仮想的な一つのキューとして使用し、物理キュー番号#4～#6をキュー番号#4に対する仮想単一キューとして使用する。

【0042】入力するパケットのヘッダに含まれた宛先IPアドレスを検出すると、第1変換テーブル10に対して宛先IPアドレスで検索を行う。宛先IPアドレスが「0000～000F」の範囲内の場合はキュー番号として#1を出力し、宛先IPアドレスが「0010～00FF」の範囲内の場合はキュー番号として#2が出力され、宛先IPアドレスが「0100～01FF」の範囲内の場合はキュー番号として#4が出力され、宛先IPアドレスが「0200～0FFF」の範囲内の場合はキュー番号として#3が出力される。この中の宛先IPアドレスが「0100～01FF」の範囲内のフローに対して、仮想キューへのキューイングのため仮想キュー番号の#4が出力されると、更に後段の第2変換テーブル20において、仮想キュー番号#4を分散物理キュー番号#4～#6へとシーケンシャルに変換する。この第2変換テーブル20の変換アルゴリズムは図3に示す。

【0043】図3は仮想キュー番号を分散物理キュー番号へ変換するためのフローチャートである。上記図2の第1変換テーブルによりパケットのフロー番号からキュー番号（仮想キュー番号）が得られると、図3の処理が開始される。但し、 i を変数（初期値は0）、 q をキュー番号（仮想キュー番号と物理キュー番号）とする。最初に入力されたキュー番号（仮想キュー番号）である q が#4であるか判別する（図3のS1）。 q が#4でな

い場合は、キュー番号を変換することなく終了するが、 $q = \#4$ の場合は i を+1して（図3のS2）、 $i > 2$ か判別する（同S3）、最初は i が0であるものとする（No）と判別され、 q の値を $q + i$ に更新して（同S5）、 $q + 1 = 5$ が得られて、分散物理キュー番号として#5を出力して処理を終了する。こうして、最初のパケットは#5の分散物理キューに割り当てられる。次に仮想キュー番号#4のキューが入力すると、図3のフローチャートにより、 $i = i + 1$ の処理により $i = 2$ となるが、 $i > 2$ であるかの判別においてNo（No）と判別され、 $q = 6$ となって、分散キューとして#6が割り当てられる。次に#4のパケットが入力されると、 $i = i + 1$ の演算（図3のS2）により $i = 3$ となる。この場合、 $i > 2$ であるかの判別（図3のS3）においてYesと判別され、 $i = 0$ に設定され（同S4）、 $q = q + i$ の演算で#4+0となって、分散物理キュー番号が#4となる。

【0044】このようにして、スループットを確保したい#4の仮想キュー番号のフロー（単一のフロー番号）のパケットだけを、#4～#6という複数のキューに分散キューイングされる。

【0045】次に本発明によるスケジューラの各実施例の構成を示す。

【0046】図4は実施例1のスケジューラの構成である。図中、40-1～40-6は6個のキューのそれぞれに対応して設けられた演算器（以下、演算器#1、…演算器#6という）であり、演算器#1～#3は分散物理キューに対応付けられてなく、フローに対応したキュー番号に割り当てられ、従来の演算器（上記図12の960）と同じ構成を備え、演算器#4～#6は分散物理キューとして構成されている。演算器#1～#3内の、乗算器（MUL）41、最大値選択部（MAX）42、加算器43、保持部44、比較器（CMP）45、フリーランタイム47、最小値選択部48は、それぞれ上記図12の符号961～967で表す各回路と同じであり、これらの演算器#1～#3は上記した従来と同様の動作を行うため、説明を省略する。

【0047】演算器#4～#6は上記図2、図3で説明した、ある単一フローのパケット格納用に仮想キュー番号4（#4）が割り当てられ、これを3つの分散物理キューに分散して格納した後のデキューを行うための演算を行う。これらの演算器#4～#6は、演算器#1～#3の構成に対し、符号46で表す選択部（SEL）が追加された構成になっている。これらの選択部46は、乗算器（MUL）41に対してパケット長（ $L(d)$ 、 $L(e)$ 、 $L(f)$ ）を入力するか、“0”を入力するかを仮想キュー切替制御信号により選択する。

【0048】本発明による仮想キューのための分散物理キューを構成する場合、仮想キュー切替制御信号によりパケット長を強制的に“0”となるよう切替える。な

お、この“0”の代わりに、ある固定の packets 長を入力してもよい。

【0049】上記図2の第2変換テーブルによって、仮想キュー#4へのキューイングは、実際には分散物理キュー番号#4～#6にキューイングされることになるが、図4の演算器#4～#6では、packets 長がゼロとみなされるので、結局上記式(1)において、 $F_i = M_i$ となる。但し、 F_i は*i*番のpacketsの送信完了予定時刻、 M_i は*i*番のpacketsがキューイングされた時刻を表す。このため、演算器#1～#6の後段にある、最小値選択部48は、 F_i 値の最も小さいものを選択して出力するので、キュー番号#4～#6のデキュー順序は、それぞれのキューへキューイングされた時刻 M_i の順序に従うことになる。つまり、単一のキューにキューイングする場合の動作と同じ動作を、複数のキューに分散キューイングしても得ることが可能となる。なお、この例では、3つのキューに分散キューイングすることにより、単一のキューにキューイングする場合と比べて3倍のスループットで処理することが可能となる。また、スループットが必要なフローを扱うことがない場合は、図4の演算器#4～#6内の選択部(SEL)46をpackets 長($L(d)$, $L(e)$, $L(f)$)を取り込むように切替えることで、帯域制御が可能な演算器を構成することができ、必要に応じて選択が可能となる。

【0050】図5は実施例2のスケジューラの構成である。図中、40-1～40-3は3個のキューのそれぞれに対応して設けられた演算器(演算器#1, 演算器#2, 演算器#3という)で、フローに対応したキュー番号毎に設けられている。48-1は第1の最小値選択部である。演算器#1～#3内の構成は上記図4の実施例1の構成の演算器#1～#3と同様であり、従来の演算器(上記図12の960)と同様の動作を行い、第1の最小値選択部48-1において、演算器#1～#3からの有効な表示を持つと同時に各送信完了予定時刻 $F(a)$ ～ $F(c)$ の中で最小の値を持つキュー番号を帯域制御を行った結果として出力する。

【0051】この実施例2の特徴を成す構成は、49-1～49-3で表すレジスタ、48-2で表す第2の最小値選択部、及び50で表す優先制御選択部を設けた点である。レジスタ49-1～49-3は仮想分散キュー(#4乃至#6)に入力されたpacketsの到着時刻($M(d)$, $M(e)$, $M(f)$)のみを保持する。到着時刻の中で最も早い時刻のキューを第2の最小値選択部48-2を順に選択してキュー番号を出力する。第1の最小値選択部48-1からの帯域制御を行った結果の出力と、第2の最小値選択部48-2からの到着時刻順のキュー番号の出力とを優先制御選択部50に入力し、システムの要求に従った優先度でキュー番号を選択して出力する。これにより、スループットを確保したいキューを優先したい場合と、帯域制御を優先したい場合とをシステムの

要求に応じて切り替えることが可能な柔軟性の高いスケジューラを構成することができる。なお、レジスタ49-1～49-3の内容がデキューされると、後続する同一フローのpacketsのキューイング時刻で更新される。

【0052】図6は実施例3のスケジューラの構成である。図中、40-1～40-3は上記実施例2(図5)と同様の構成を備えた演算器(#1～#3)、48-1も実施例2と同様の第1の最小値選択部である。

【0053】この実施例3の特徴を成す構成は、51-1～51-3で表すレジスタ、48-3で表す第3の最小値選択部、及び52で表す優先制御選択部を設けた点である。レジスタ51-1～51-3は仮想分散キュー(#4乃至#6)の入力パラメータとして、仮想分散キューにキューイングするpacketsに付加されるシーケンシャル番号を保持する。この場合、同じフロー番号に属するpacketsであるため、シーケンシャル番号は到着順を表す。そのシーケンシャル番号により仮想分散キューにキューイングされた順番に従ってデキューすべきキュー番号を第3の最小値選択部48-3で選択する。優先制御選択部52は第1の最小値選択部48-1で選択されたキュー番号と第3の最小値選択部48-3からのキュー番号とから、上記実施例2と同様にシステムの要求に従った優先度(帯域制御を優先する場合は第1の最小値選択部48-1からのキュー番号を優先し、スループットを優先する場合は第3の最小値選択部48-3からのキュー番号を優先)で制御選択を行う。

【0054】図7は実施例のスケジューラの処理シーケンスの例である。これは、上記した実施例1乃至実施例3のスケジューラにより、単一のフロー(仮想キュー番号が#4)を3つの分散キュー(#4乃至#6)に分散した場合の処理シーケンスであり、各実施例で同様の処理シーケンスになる。

【0055】図7では、同一フロー番号(#4)に属する6個のpacketsを分散キューであるキュー#4～#6に分散して格納した例であり、「1」、「2」、

「3」、のpacketsがキュー管理部(図9の93及び図13)の制御により各分散キュー#4～#6に到着した順番に、若干の時間的な間隔をおいて格納される。その後に入力する「4」、「5」、「6」のpacketsは同様に各分散キュー#4～#6に格納される。各分散キュー#4～#6のpacketsはスケジューラに設けられた各分散キュー対応に設けられた演算器(図4の実施例1)か、キューイング時刻を格納するレジスタ(図5の実施例2)か、またはシーケンシャル番号(図6の実施例3)の何れかを用いて、分散キュー#4に「1」のpacketsを格納してスケジューラにおける処理レイテンシの時間Bの後にデキューされ、同時にキュー管理部に対しデキュー完了の通知(1'で表す)が送られる。これに続いて分散キュー#5は「2」のpacketsを格納した後、時間Bの後にデキューされ、分散キュー#6でも

「3」の packets を時間Bの後にデキューされる。続いて、分散キュー#4では上記「1」の packets のデキュー完了の通知1'の後、キュー管理部の処理時間Aを経過して「4」の packets が格納され、スケジューラの処理時間Bの後、デキューされる。以下、各分散キュー#5、#6により「5」の packets、「6」の packets がそれぞれ同様のレイテンシを経てデキューされる。

【0056】このように、単一のキューに「1」～「6」の packets を格納してデキューする場合に比べて、3つのキューで並列処理することにより、A+Bの処理レイテンシ内で3つの packets をデキューすることが可能となり、3倍のスループットが得られていることが分かる。

【0057】(付記1) 入力 packets のサービスクラスを識別する識別手段と、サービスクラス識別結果に応じたキューにキューイングするキューイング手段と、キューイングされた packets の長さ及び到着時刻のパラメータを元に packets デキュー間隔及び順序を演算して packets のデキュー制御を行うスケジューラとを備えたQoS制御装置において、前記キューイング手段は、特定のサービスクラスの packets を複数のキューに分散してキューイングする分散キューイング手段を備え、前記スケジューラは、前記複数のキューに分散してキューイングした時のキューイング順序を保って packets をデキューする演算制御手段を備えたことを特徴とするQoS制御装置。

【0058】(付記2) 付記1において、前記スケジューラに設けた演算制御手段は、分散した複数のキューに対して設定する予約帯域を同一として、対象とする全ての packets の packets 長を固定とみなしてデキューの順序を決定することを特徴とするQoS制御装置。

【0059】(付記3) 付記2において、前記 packets 長を固定長とする時、0と設定することにより、各 packets のキューイング時刻に基づいてデキューの順序を決定することを特徴とするQoS制御装置。

【0060】(付記4) 付記2または3の何れかにおいて、前記各分散したキューに備えた演算制御手段から発生したデキューの指示が入力されて、複数のデキューの指示の中から最小値を持つ指示を選択して対応するキューの情報を出力する最小値選択部を備えることを特徴とするQoS制御装置。

【0061】(付記5) 付記1において、前記スケジューラに設けた演算制御手段は、分散した複数のキューに対するキューイング順序を決定するための情報として各キューへのキューイング時刻が入力されてその中から最小値を選択する選択部を備えることを特徴とするQoS制御装置。

【0062】(付記6) 付記1において、前記分散キューイング手段は、特定のフローを複数のキューに分散してキューイングする時、 packets に対し到着順にシー

ケンシャル番号を付加し、前記スケジューラは、前記各分散した複数のキューの packets に付加したシーケンシャル番号の大小関係を検出してデキュー順序を決定することを特徴とするQoS制御装置。

【0063】(付記7) 入力 packets のサービスクラスを識別する識別手段と、サービスクラス識別結果に応じたキューにキューイングするキューイング手段と、キューイングされた packets の長さ及び到着時刻のパラメータを元に packets デキュー間隔及び順序を演算して packets のデキュー制御を行うスケジューラとを備えたQoS制御装置において、前記識別手段により識別されたサービスクラスが帯域制御を優先するか、スループットの確保を優先するかを判別し、前記キューイング手段は、帯域制御を優先するサービスクラスに対して個別のキューを割り当てて packets をキューイングし、スループットの確保を優先するサービスクラスに対して packets を複数のキューに分散してキューイングし、前記スケジューラは、前記各キューにキューイングした packets をキューイング順序を保ってデキューすることを特徴とするQoS制御装置。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば簡単な構成により、指定したフローの packets に対して複数の分散キューを割り当てることによりスループットを向上することが出来る。また、フローに対して帯域制御を行うかスループットの制御を行うかをシステムの要求に応じて選択することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理構成を示す図である。

【図2】実施例の宛先アドレスの変換テーブルの構成を示す図である。

【図3】仮想キュー番号を分散物理キュー番号へ変換するためのフローチャートを示す図である。

【図4】実施例1のスケジューラの構成を示す図である。

【図5】実施例2のスケジューラの構成を示す図である。

【図6】実施例3のスケジューラの構成を示す図である。

【図7】実施例のスケジューラの処理シーケンスの例を示す図である。

【図8】QoS制御の原理を示す図である。

【図9】QoS制御装置の全体構成を示す図である。

【図10】QoS制御装置の中の変換テーブルの構成例を示す図である。

【図11】帯域制御の概念を示す図である。

【図12】従来のスケジューラの構成例を示す図である。

【図13】キュー管理部の構成を示す図である。

【図14】 packets 情報のリンク構造を示す図である。

【図15】単一キューからの連続デキュー時の処理シーケンスを示す図である。

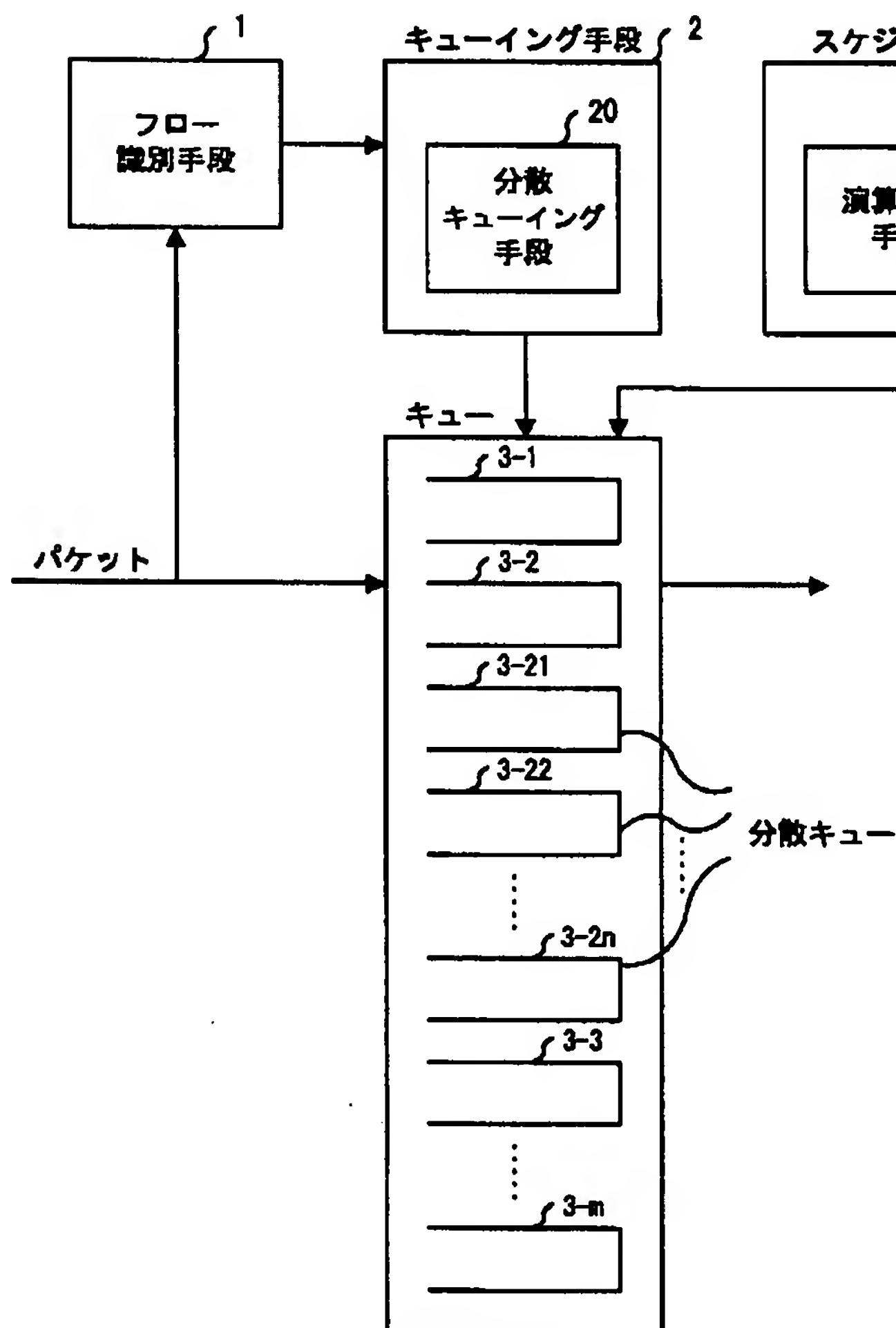
【符号の説明】

- 1 フロー識別手段
2 キューイング手段

- * 20 分散キューイング手段
3-1, 3-2, ... 3-m キュー
3-21 ~ 3-2n 分散キュー
4 スケジューラ
* 40 演算制御手段

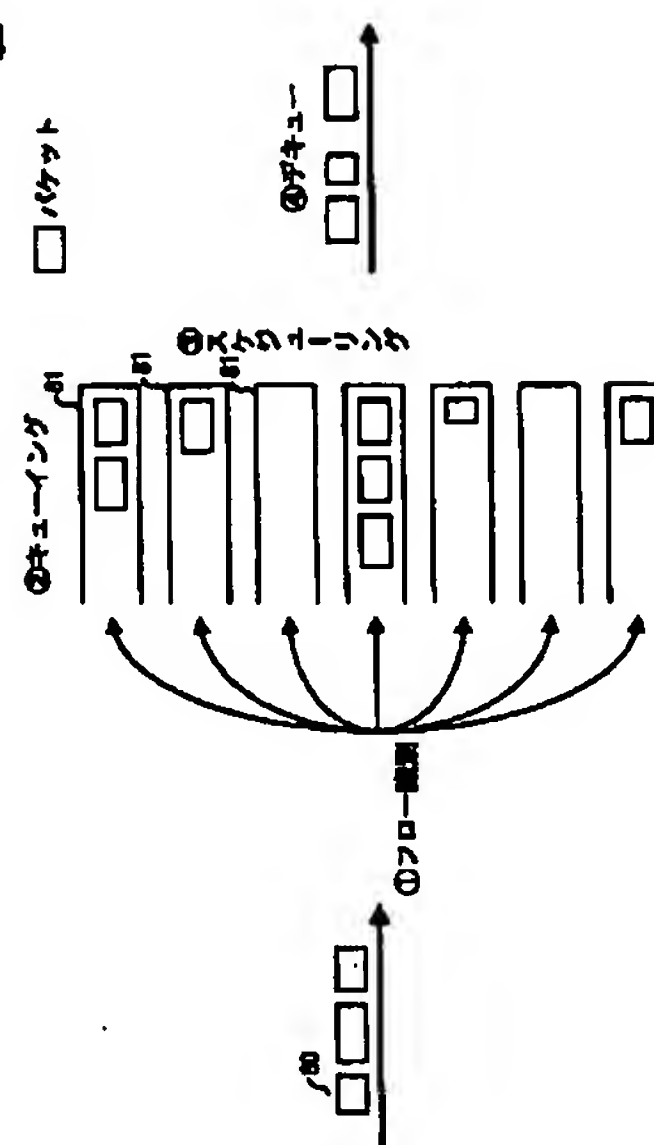
【図1】

本発明の原理構成



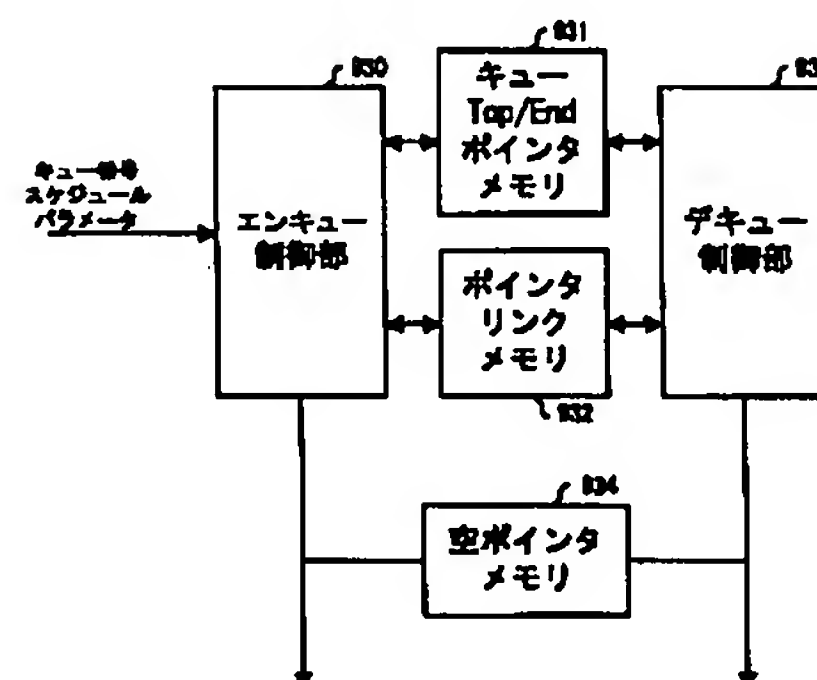
【図8】

QoS制御の原理



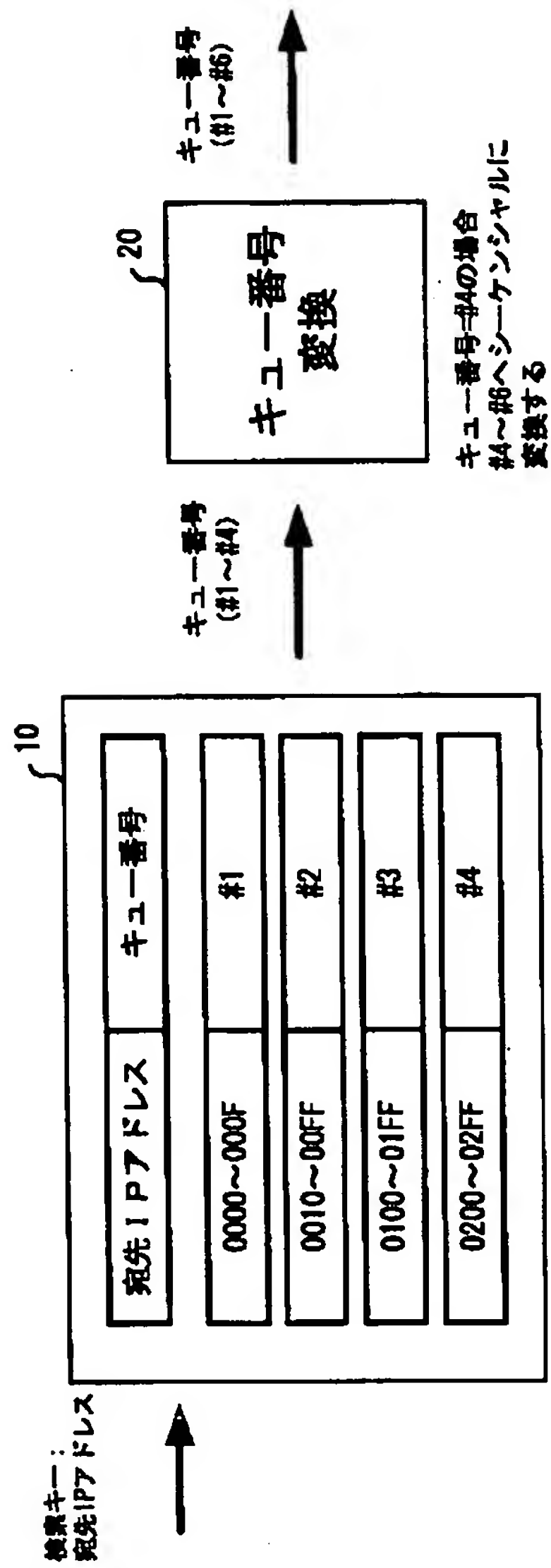
【図13】

キュー管理部の構成



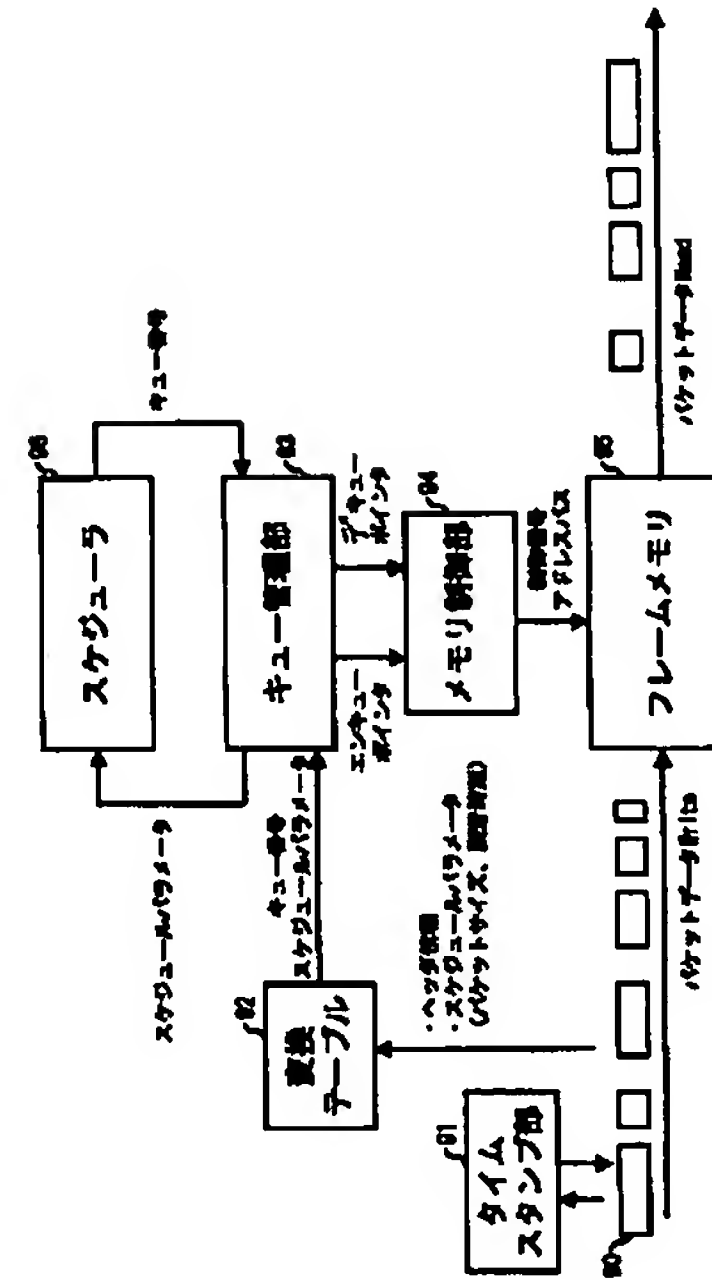
【図2】

実施例の宛先アドレスの変換テーブルの構成



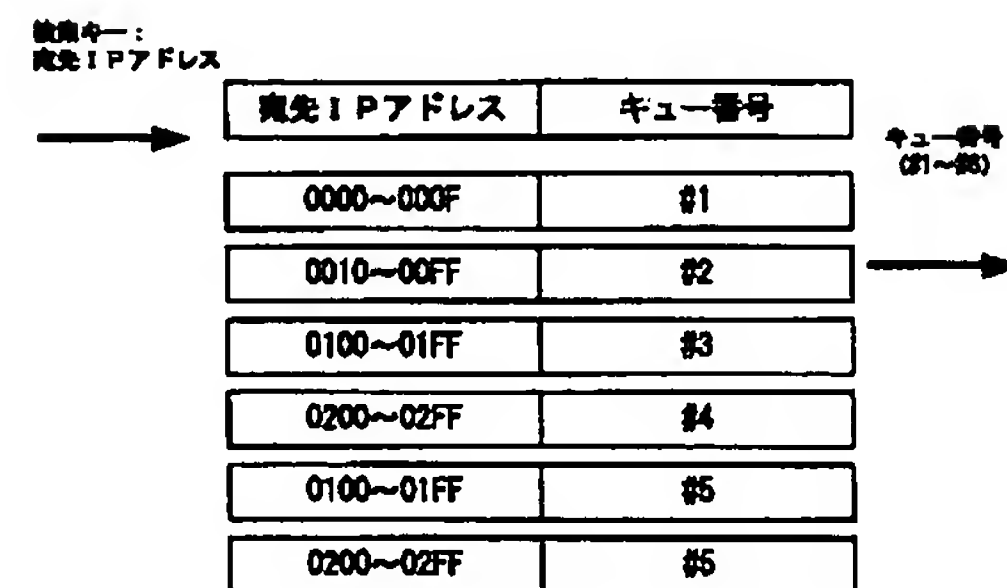
【図9】

QoS制御装置の全体構成



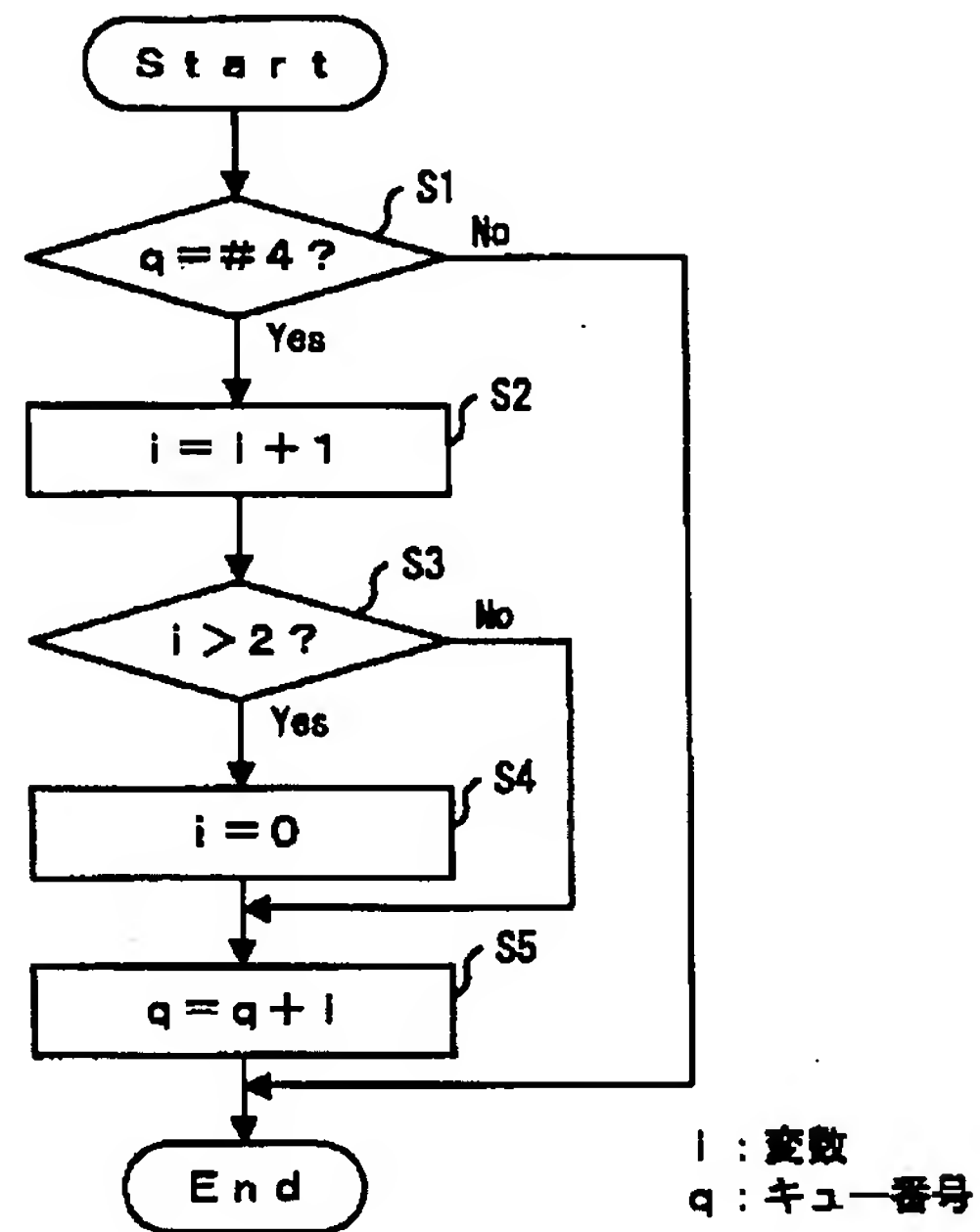
【図10】

QoS制御装置の中の変換テーブルの構成例



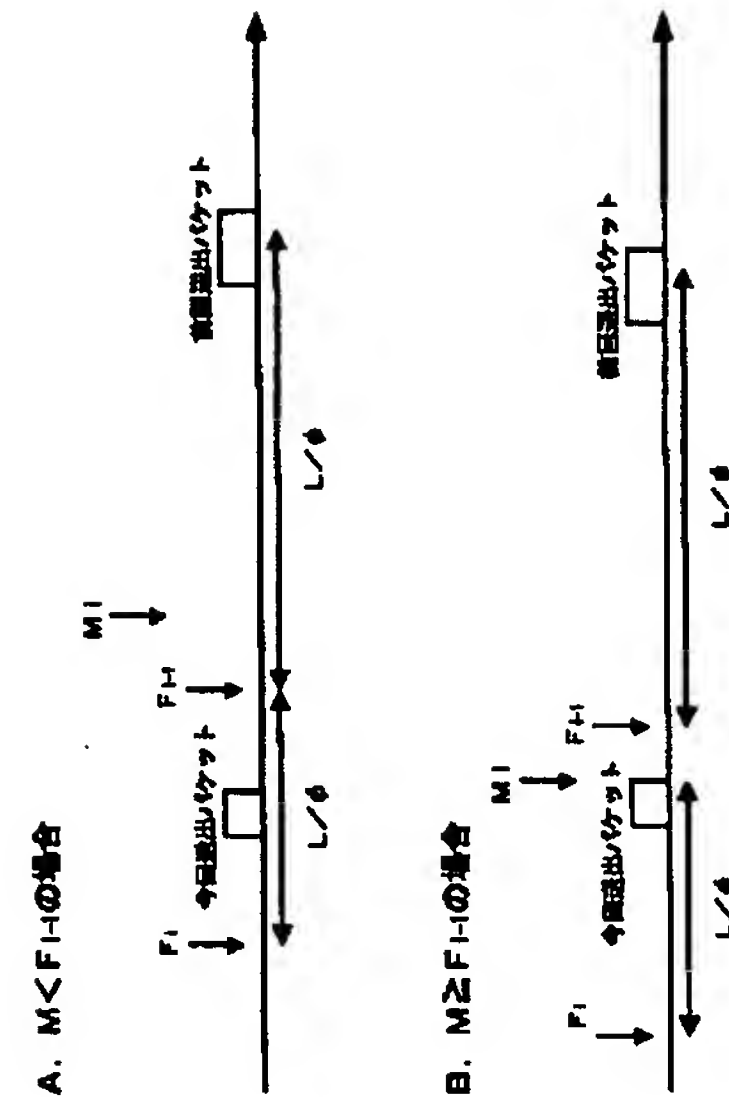
【図3】

仮想キュー番号を分散物理キュー番号へ
変換するためのフローチャート



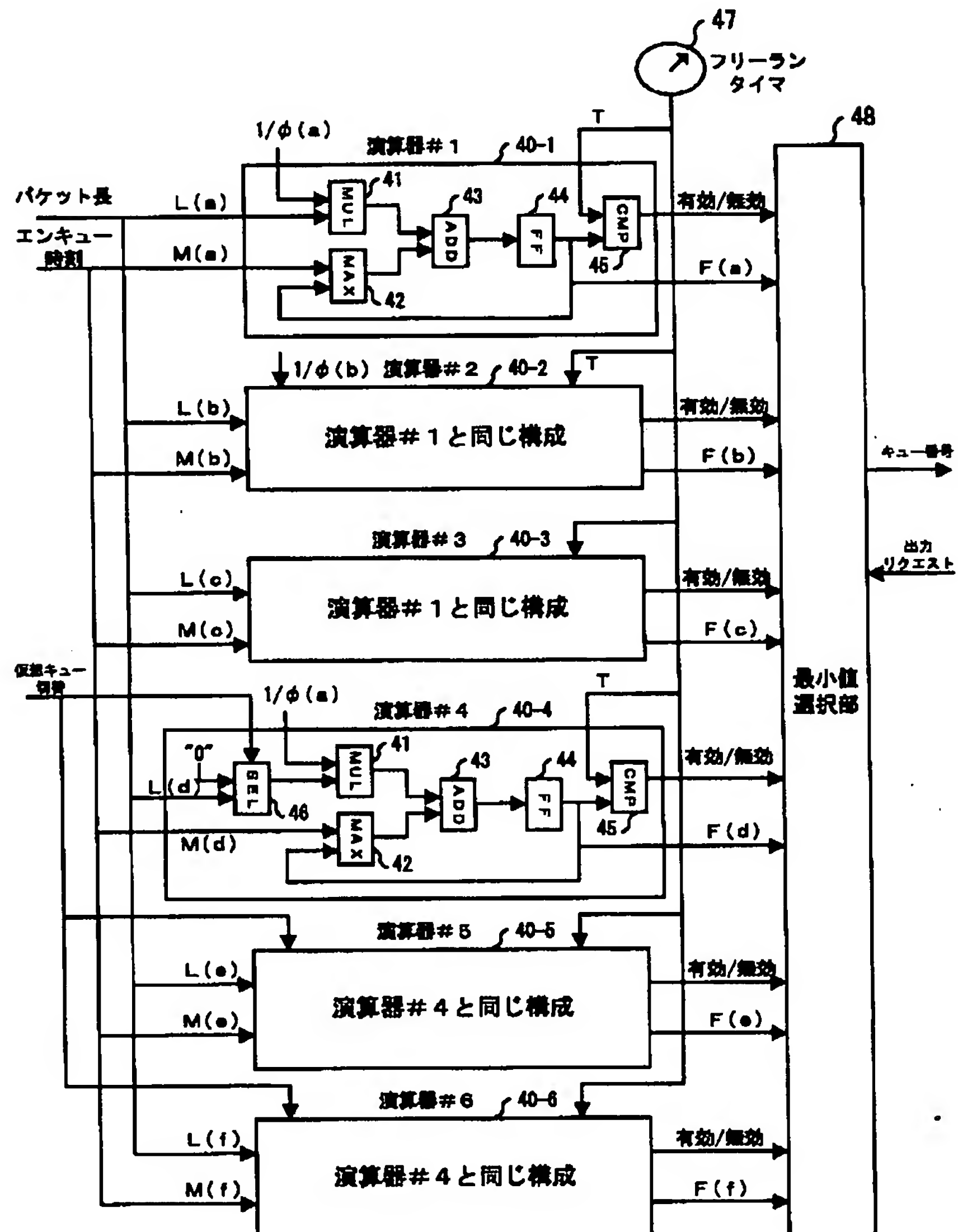
【図11】

帯域制御の概念



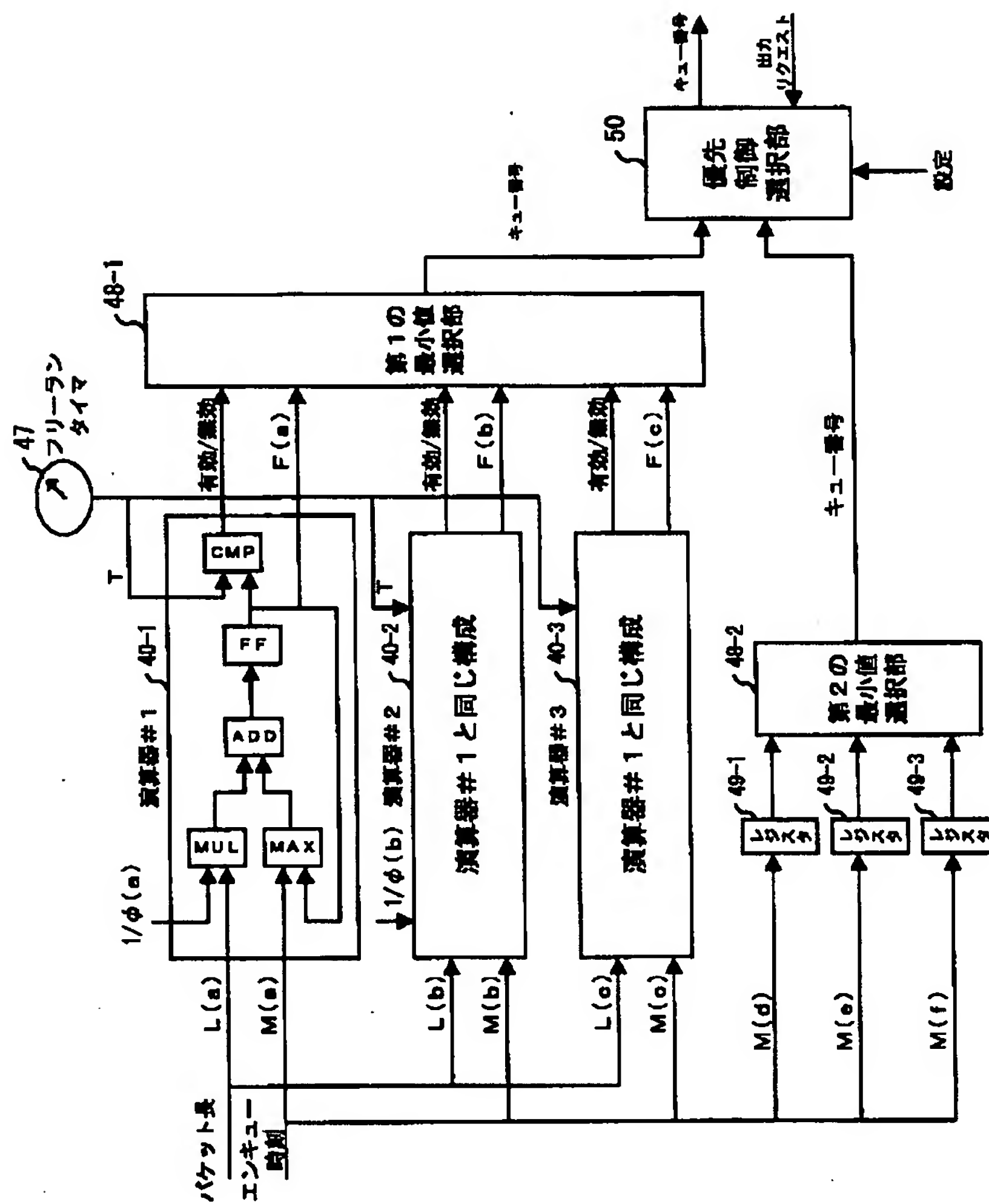
【図4】

実施例1のスケジューラの構成



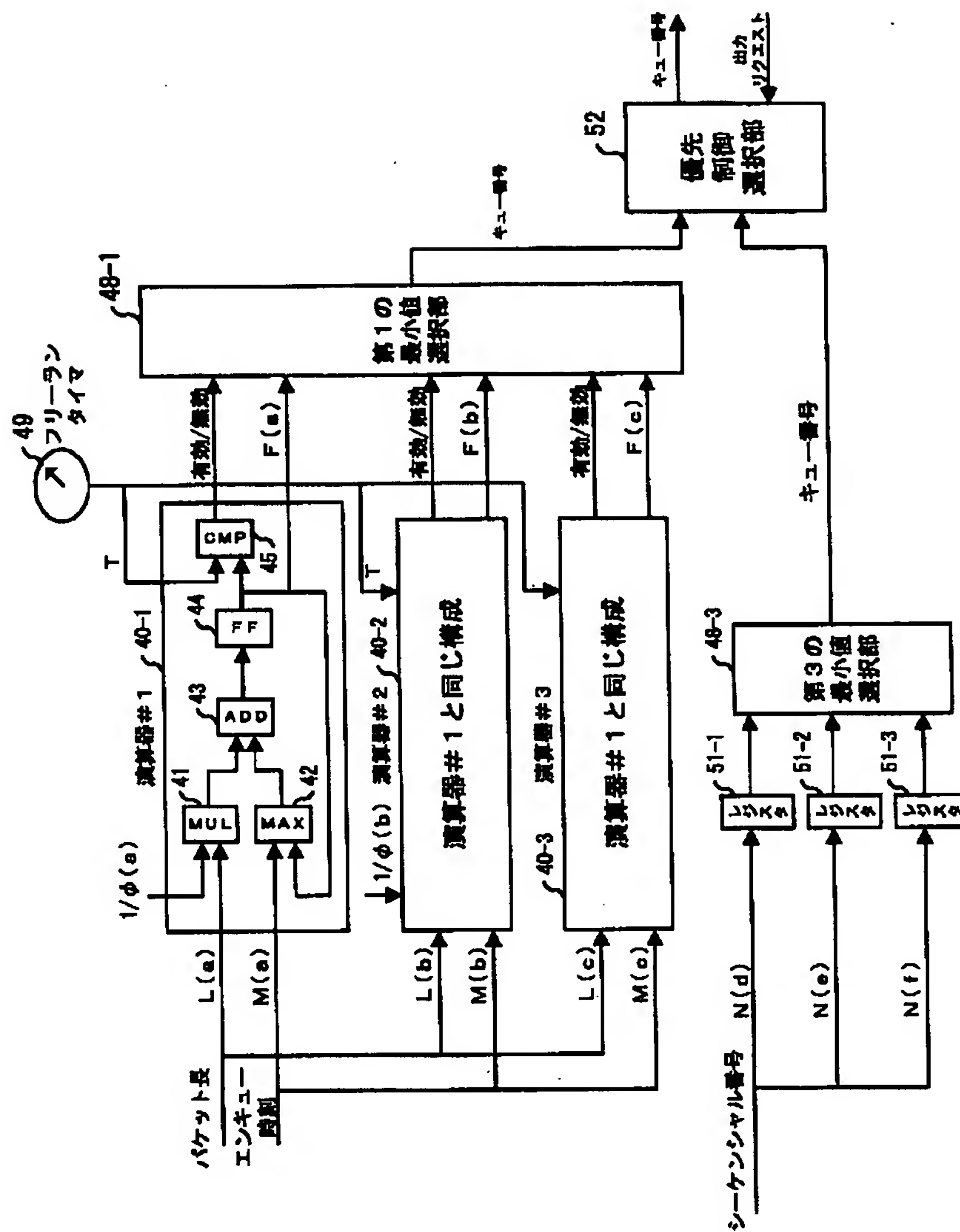
【図5】

実施例2のスケジューラの構成



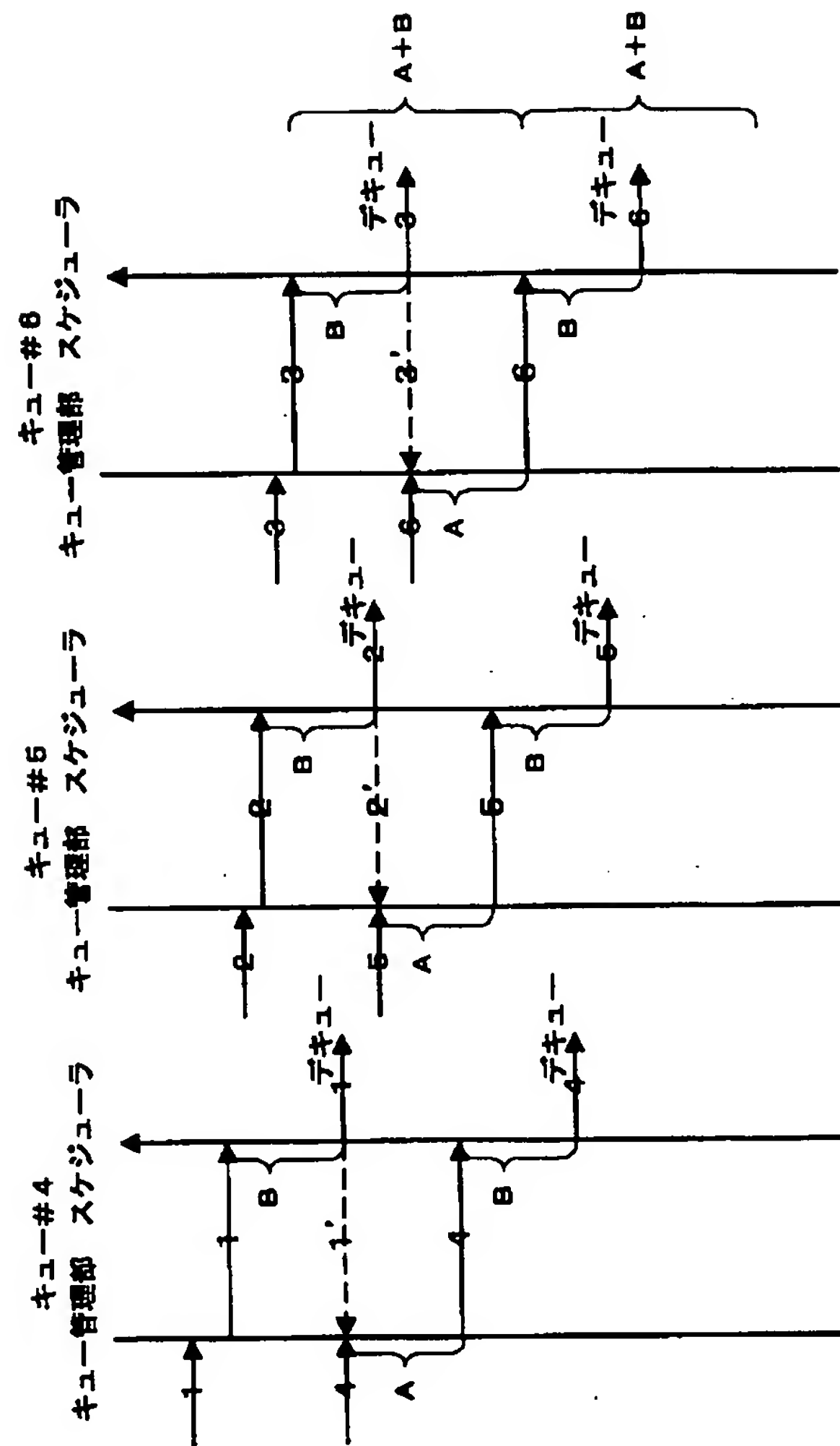
【図6】

実施例3のスケジューラの構成



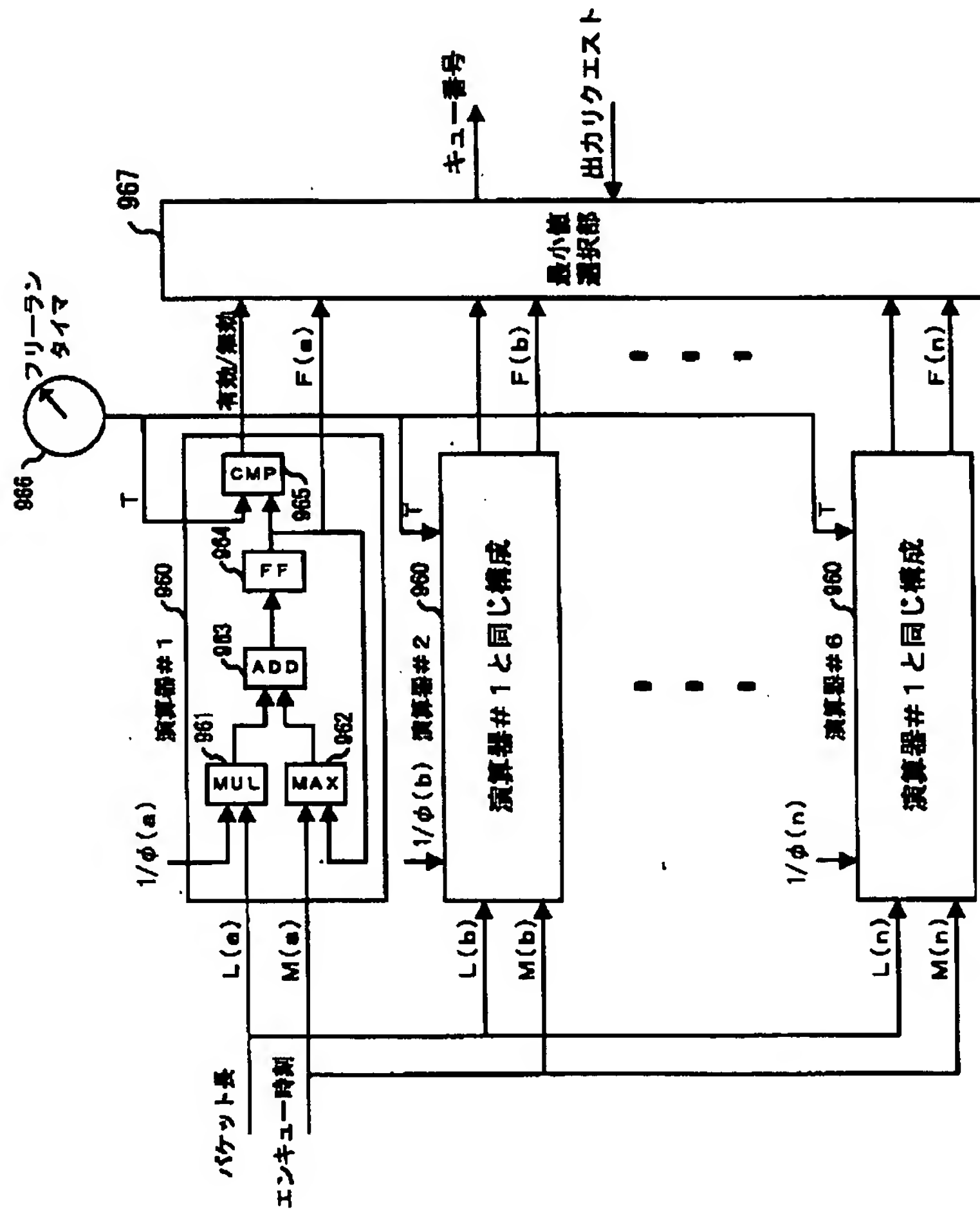
【図7】

実施例のスケジューラの処理シーケンスの例

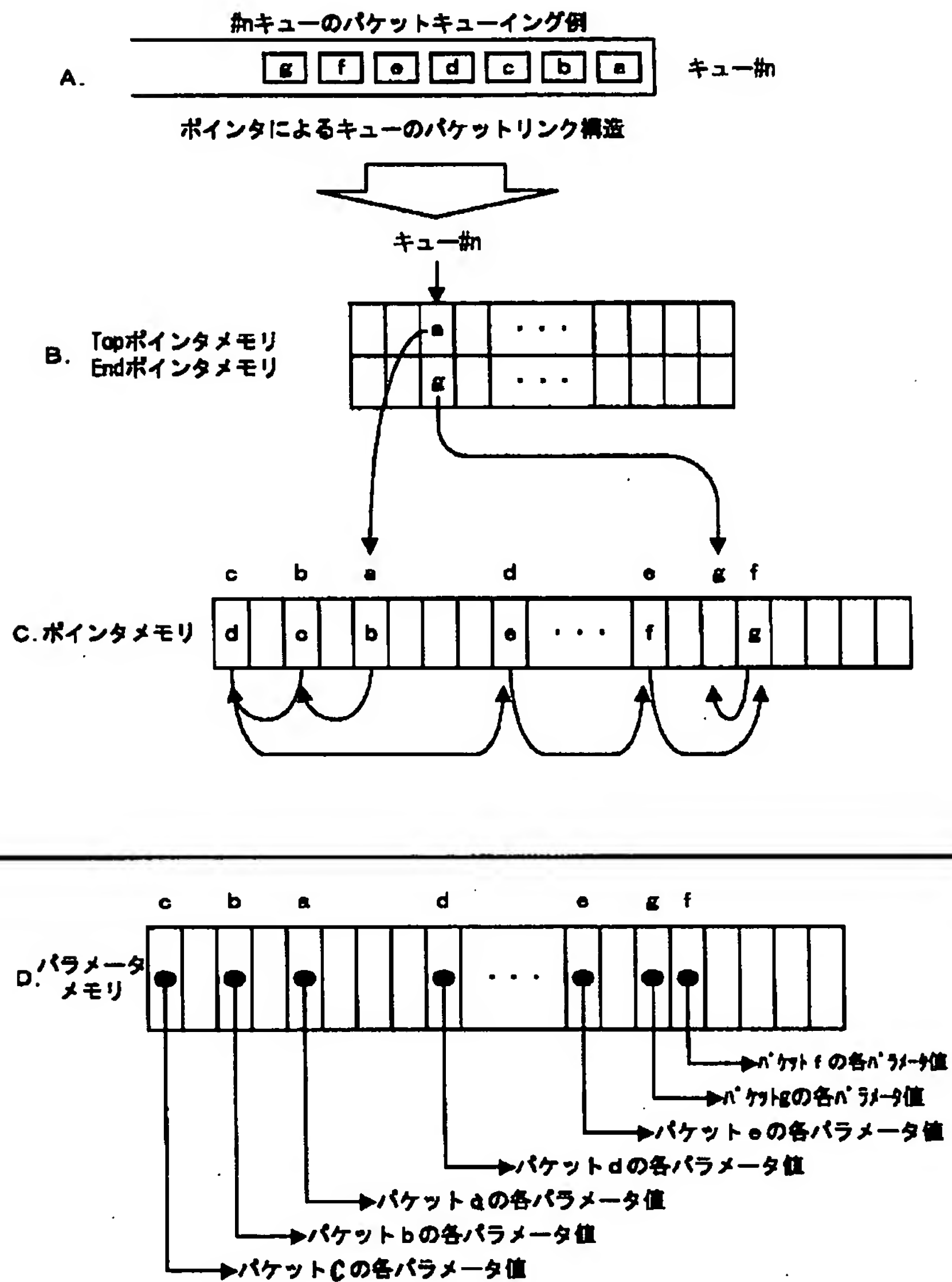


【図12】

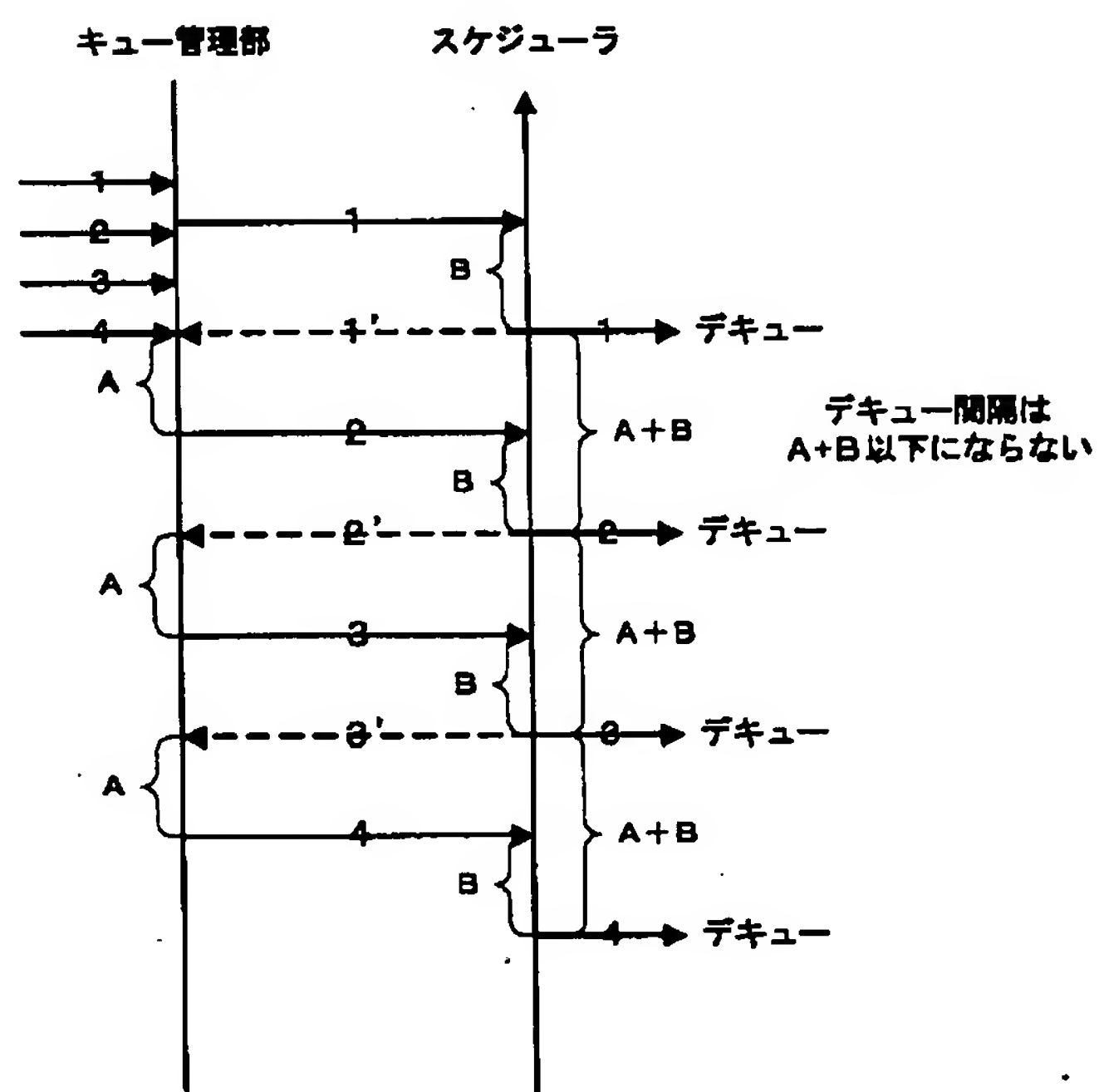
従来のスケジューラの構成例



パケット情報のリンク構造



単一キューからの連続デキュー時の 処理シーケンス



F ターム(参考) 5K030 HA08 HB15 KA03 KX18 LE01
MB15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.